

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии»
 Отделение школы (НОЦ) информационных технологий

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка программного обеспечения для обработки данных телеметрии

УДК 004.415.1'236:621.398:681.586

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И6А	Ким Павел Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Лунева Е.Е.	К.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Подопригора И.В.	К.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Немцова О.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Цапко И.В.	К.т.н.		

Результаты обучения

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные и общепрофессиональные компетенции</i>	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания для комплексной инженерной деятельности по созданию, внедрению и эксплуатации геоинформационных систем и технологий, а также информационных систем и технологий в бизнесе.
P2	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с созданием геоинформационных систем и технологий, информационных систем в бизнесе, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей.
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по созданию информационных систем и технологий, а также средств их реализации (информационных, методических, математических, алгоритмических, технических и программных).
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретация полученных данных, в области создания геоинформационных систем и технологий, а также информационных систем и технологий в бизнесе.
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные геоинформационные системы и технологии, информационные системы и технологии в бизнесе, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасность труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
<i>Универсальные (общекультурные) компетенции</i>	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом. Владеть иностранным языком (углублённый английский язык), позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций,
P10	Демонстрировать личную ответственность за результаты работы и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать знания правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, а также готовность к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии»
Отделение школы (НОЦ) информационных технологий

(Подпись)

(Дата)

Цапко И.В.
(Ф.И.О.)

В форме:

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8И6А	Ким Павлу Александровичу

Тема работы:

Разработка программного обеспечения для обработки данных телеметрии	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№59-66/с от 28.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</p>	<p>Разработка веб-приложения для обработки данных телеметрии</p>
--	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	– Анализ предметной области. – Проектирование системы. – Разработка системы.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Презентация в формате *.pptx

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСГН Подопригора Игнат Валерьевич
Социальная ответственность	Ассистент ООД Немцова Ольга Александровна

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Введение
Анализ предметной области
Проектирование информационной системы
Реализация информационной системы
Результаты
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
Социальная ответственность
Заключение
Заключение (английский)

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Лунева Елена Евгеньевна	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И6А	Ким Павел Александрович		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии»
 Уровень образования: Бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) информационных технологий
 Период выполнения: весенний семестр 2019/2020 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2020
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
05.06.2020	Основная часть	70
07.05.2020	Социальная ответственность	10
14.05.2020	Финансовый менеджмент	10
09.06.2020	Оформление пояснительной записки	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Лунева Е.Е.	К.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Цапко И.В.	К.т.н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8И6А	Ким Павлу Александровичу

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	09.03.02 Информационные системы и технологии

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад инженера – 21760 руб. Оклад руководителя – 33664 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премияльный коэффициент руководителя – 30% Коэфф. доплат и надбавок руководителя – 30% Районный коэфф. – 30% Коэфф. дополнительной заработной платы 15% Накладные расходы 16%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30%
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	- Анализ конкурентных технических решений
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта; Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	- Определение эффективности исследования
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Диаграмма Ганта 4. Расчет бюджета затрат	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Подопригора И.В.	К.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И6А	Ким П.А.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8И6А	Ким Павлу Александровичу

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	Информационных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Информационные системы и технологии

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Разработка программного обеспечения, позволяющего визуализировать данные и проводить их первичную обработку.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> — специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; — организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	Требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> — отклонение показателей микроклимата — повышенный уровень шума — недостаточная освещенность — повышенный уровень электромагнитного излучения — повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека
3. Экологическая безопасность:	Влияние объекта исследования на окружающую среду; мероприятия по защите окружающей среды.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Основные и типичные чрезвычайные ситуации в офисном помещении; установка общих правил поведения и рекомендаций во время ЧС.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Немцова О.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И6А	Ким П.А.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 74 страницы, 14 формул, 28 рисунков, 15 таблиц и 33 источника.

Ключевые слова: визуализация, телеметрия, график, управление, анализ.

Объектом исследования является разработка веб-приложения.

Цель работы – разработка программного обеспечения для обработки данных телеметрии.

В результате работы было реализовано веб-приложение, его серверная и клиентская части, для визуализации и первичной обработки показателей телеметрических датчиков.

В будущем планируется реализовать возможность предиктивной аналитики, в частности, использование методов машинного обучения для прогноза сбоев в работе скважин.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ И НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Телеметрия – совокупность технологических методов, позволяющих производить удаленные измерения и сбор информации [1].

Гидравлический разрыв пласта (ГРП) – один из наиболее эффективных способов воздействия на пласт для повышения нефтедобычи на месторождении и увеличения коэффициента извлечения нефти из недр [2].

«Сырые» данные – исходные данные телеметрии, которые никак не обрабатывались.

Критическое событие – остановка скважины (остановка поступления газа/нефти).

БД – база данных.

ИС – информационная система.

ПО – программное обеспечение.

ОС – операционная система.

API (Application programming interface) – программный интерфейс приложения.

REST (Representational state transfer) – стиль архитектуры программного обеспечения для распределенных систем.

Оглавление

Введение.....	12
1. Анализ предметной области	14
1.1. Описание процесса работы скважины.....	16
1.2. Общие требования к системе	17
1.3. Анализ конкурентных технических решений.....	18
1.4. Цель и задачи	20
2. Проектирование информационной системы.....	22
2.1. Функциональные требования	23
2.1.1. Функциональные требования к блоку «Панель администратора».....	24
2.1.2. Функциональные требования к блоку «Работа с файлами».	25
2.1.3. Функциональные требования к блоку «Работа с данными»	25
2.2. Стек технологий	25
2.3. Проектирование баз данных разрабатываемого приложения..	28
3. Реализация информационной системы.....	31
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	43
4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	43
4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования	43
4.1.2. Анализ конкурентных технических решений.....	43
4.1.3. Анализ конкурентных технических решений.....	45
4.2. Планирование научно-исследовательских работ	46

4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования.....	46
4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ.....	46
4.2.3. Разработка графика проведения научного исследования.....	47
4.2.4. Бюджет научно-технического исследования.....	49
4.3. Определение потенциального эффекта исследования.....	56
5. Социальная ответственность.....	57
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	57
5.1.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства....	57
5.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	58
5.2. Производственная безопасность	59
5.2.1. Анализ вредных и опасных факторов.....	60
5.2.2. Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия вредных и опасных факторов на работника.....	65
5.3. Экологическая безопасность	65
5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	66
5.4.1. Перечень возможных ЧС	66
5.4.2. Меры по предупреждению и ликвидации последствий ЧС .	67
5.5. Выводы по социальной ответственности.....	68
Заключение	69
Conclusion.....	70
Список использованных источников	71

Введение

Добыча нефти и газа – это процесс, при выполнении которого нужно учитывать колоссальное количество факторов для его успешного выполнения. При добыче нефти/газа компаниям приходится решать сложнейшие задачи: необходимость погружения оборудования на значительную глубину, безопасное поднятие на поверхность взрывоопасных веществ, а также учитывать при этом различные факторы, в частности огромное давление и высокие температуры. Для всего этого используется мощное и массивное оборудование. Масса колонны буровых труб может превышать сотни тонн, а давление жидкости при гидроразрыве нефтяного пласта – 600 атмосфер. Современные технологии и подходы в области добычи нефти позволяют в достаточной мере контролировать все эти факторы.

Для крупных нефтедобывающих компаний безопасность – один из ключевых моментов успеха. Поэтому аварии на скважинах, которые наносят не только экологический урон, но также и финансовый, связанный с устранением последствий и ремонтом оборудования, означают серьезный удар по репутации компании. Вышеприведенные риски слишком серьезные, чтобы не обращать на них внимания. Так что нефтяные компании уделяют большое внимание вопросам безопасности, используя в данном процессе дополнительный технологический комплекс, при помощи которого производятся удаленные измерения и сбор информации – системы телеметрии. Данные системы используются для осуществления контроля работы и диагностики неполадок.

Целью данной работы является разработка веб-приложения для визуализации и первичной обработки показателей телеметрических датчиков, что позволит повысить достоверность этих данных при анализе. Создание веб-приложения отбрасывает необходимость в конкретной операционной системе.

Телеметрия позволяет собирать информацию по определенным скважинам, но одной лишь записи в файл этих данных недостаточно, поэтому было решено разработать ПО, которое бы хранило, обрабатывало, а также

визуализировало информацию для анализа и извлечения необходимых данных в работе скважин. На текущий момент все данные, полученные от телеметрических систем, записываются в файлах Excel, которые могут быть визуализированы в стороннем ПО. Ввиду всего этого тема данной работы является актуальной на сегодняшний день.

1. Анализ предметной области

Современные нефтегазовые компании чаще производят бурение скважин кустовым методом [3].

Куст скважин – сочетание скважин, устья которых объединяются на близком расстоянии друг от друга на общей площадке [4].

Нефтяная/газовая скважина – цилиндрическая горная выработка круглого сечения диаметром 75-400 мм, сооружаемая без доступа в неё человека, предназначенная для добычи либо разведки нефти и попутного газа. Как правило, скважины бурят вертикально, но могут бурить под заданным наклонным углом [5].

Бурение данным методом сокращает объем необходимых строительно-монтажных и вспомогательных работ. Таким образом месторождение требует меньше сопутствующих коммуникаций: дорог, трубопроводов, линий электропередач. Количество скважин в кусте в зависимости от условий бурения варьируется от 2 до нескольких десятков [6, 7].

Для устранения последствий аварий в работе скважин уходит большое количество времени и ресурсов, поэтому предприятия используют телеметрические системы для мониторинга состояния скважин.

На основе предоставленных предприятием данных был выявлен список критериев для поиска критических событий, которые заключались в снижении, либо увеличении основных параметров, характеризующих эти события. К основным событиям, негативным образом, влияющим на работу скважин, были отнесены:

1. Наличие гидрата в насосно-компрессорной трубе (НКТ).
2. Наличие гидрата в задвижке.
3. Снижение продуктивности.
4. Скопление жидкости в забое.
5. Обрыв НКТ.

Проведенного анализа оказалось недостаточно для однозначной идентификации критических событий.

Предприятием была поставлена задача разработки нового ПО, позволяющего визуализировать данные, полученные с телеметрических датчиков. Необходимость разработки обуславливается причиной того, что на данный момент на предприятии используется ОРС-сервер с урезанным функционалом. С помощью него происходит фиксация показаний телеметрии, но далее эти данные никак не обрабатываются.

ОРС-сервер – программа, получающая данные во внутреннем формате устройства или системы и преобразующая эти данные в формат ОРС. ОРС-сервер является источником данных для ОРС-клиентов. По своей сути ОРС-сервер – это некий универсальный драйвер физического оборудования, обеспечивающий взаимодействие с любым ОРС-клиентом [8].

Покупка нового ПО требовала много ресурсов. На примере ПО «ОИК Диспетчер НТ» можно понять, о какой сумме идет речь. Для 4 рабочих станций ПО «ОИК Диспетчер НТ» стоит 225995 рублей [9], но 4 рабочих станций будет недостаточно для работы. Для 100 рабочих станций ПО «ОИК Диспетчер НТ» стоит 777691 рубль [9]. Первый год лицензии – 128544 рубля, последующие продления на год – 32136 рублей [10].

Руководством предприятия было принято решение о разработке собственного ПО, с помощью которого можно будет производить визуализацию и дальнейший анализ данных. Следует отметить, что ключевым функциональным требованием к приложению является задача визуализации телеметрических данных.

Необходимо было разработать клиент-серверное приложение. В качестве основного фреймворка для серверной части был указан Django-фреймворк [11], для клиентской части – JavaScript-библиотека для создания пользовательских интерфейсов React [12].

Основными показателями, по которым собираются данные и фиксируются критические события, приведены ниже:

1. Давление до использования устройства регулирования (УР).
2. Давление после использования УР.
3. Температура в точке приема до использования УР.
4. Расход в точке приема до использования УР.

С целью обработки данных телеметрии необходимо разработать алгоритмы, которые позволят: хранить полученные данные в БД; отображать несколько параметров на одном графике и масштабировать их; исключать из анализа определенные периоды; производить поиск событий по выбранным критериям при одновременном анализе нескольких параметров.

1.1. Описание процесса работы скважины

Критические события, которые влекут за собой аварию на нефтедобывающих скважинах, устанавливаются не так оперативно, как это требуется. Раньше реагирование на неполадки в работе скважин происходило лишь тогда, когда скважина явно выходила из строя, и добыча нефти приостанавливалась. Более того, всегда оставался шанс того, что возможна утечка нефти во время прохождения по всему пути скважины. На данный момент телеметрические системы могут фиксировать определенные параметры в работе нефтяных скважин, записывая данные в Excel-файлы, тем самым давая общую картину функционирования.

На рисунке 1 приведена схема процесса работы скважины на данный момент в нотации EPC.

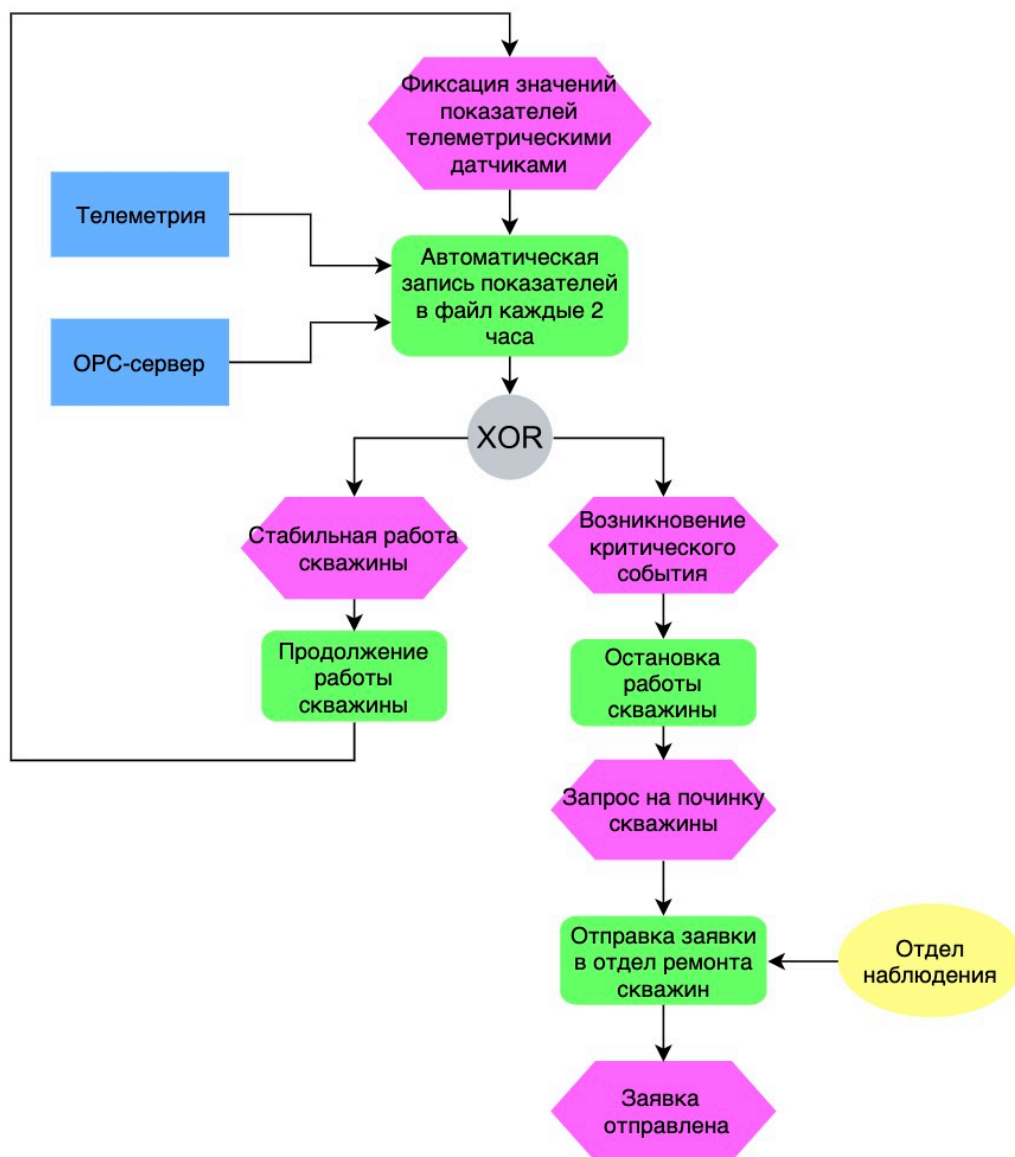


Рисунок 1 – Процесс работы скважины на данный момент

Таким образом, на данный момент ОПС-сервер используется лишь для сбора информации по функционированию скважин, и данные не обрабатываются.

Для удобного определения аномальных показаний телеметрии разрабатывается данное ПО, с помощью которого можно оценить работу скважин в виде графиков.

1.2. Общие требования к системе

Разрабатываемое ПО в рамках данного проекта должно состоять из следующих функциональных блоков:

1. Блок «Панель администратора» предназначен для управления пользователями.
2. Блок «Работа с файлами» предназначен для импорта телеметрических данных из файлов (на данный момент из Excel-файлов).
3. Блок «Работа с «сырыми» данными» предназначен для обработки данных, представленных в виде графиков.

Для разграничения прав между пользователями в разрабатываемой информационной системе должны присутствовать две основные роли: администратор и сотрудник.

Администратор должен обладать высоким уровнем квалификации и практическим опытом выполнения работ по установке, настройке и администрированию программных и технических средств, применяемых в системе. Обязанности: обеспечивать выполнение административных и технических функций по обслуживанию ПО, управление пользователями.

Пользователи с ролью «Сотрудник» должен иметь опыт работы с персональным компьютером на базе операционных систем Microsoft Windows на уровне квалифицированного пользователя. Обязанности: загрузка данных, работа с графиками.

1.3. Анализ конкурентных технических решений

Существуют приложения, которые выполняют визуализацию данных с возможностью некоторого анализа [13], но вопрос авторизации для защиты данных, сохранение информации в БД остается открытым. Этим и будет отличаться разрабатываемое ПО.

ПО «APMView» представляет из себя некий блокнот с различными вкладками, которые отображают загруженные данные в той или иной форме. На рисунке 2 [13] приведен интерфейс программы, а именно вкладка CRD, на которой происходит визуализация данных по нескольким показателям в виде графиков.

При просмотре графиков установлен режим согласования вертикальных шкал осей. То есть при изменении масштаба по оси времени вертикальные шкалы остальных переменных будут масштабироваться таким образом, чтобы отобразить их изменения в течение выбранного интервала времени.



Рисунок 2 – Интерфейс ПО «APMView»

ПО «Телеграмма» также является приложением для визуализации данных, но в данной разработке отсутствует возможность построения графиков с несколькими шкалами (по нескольким показателям), есть лишь возможность сравнения разных данных по одному показателю. Интерфейс приложения приведен на рисунке 3 [13].

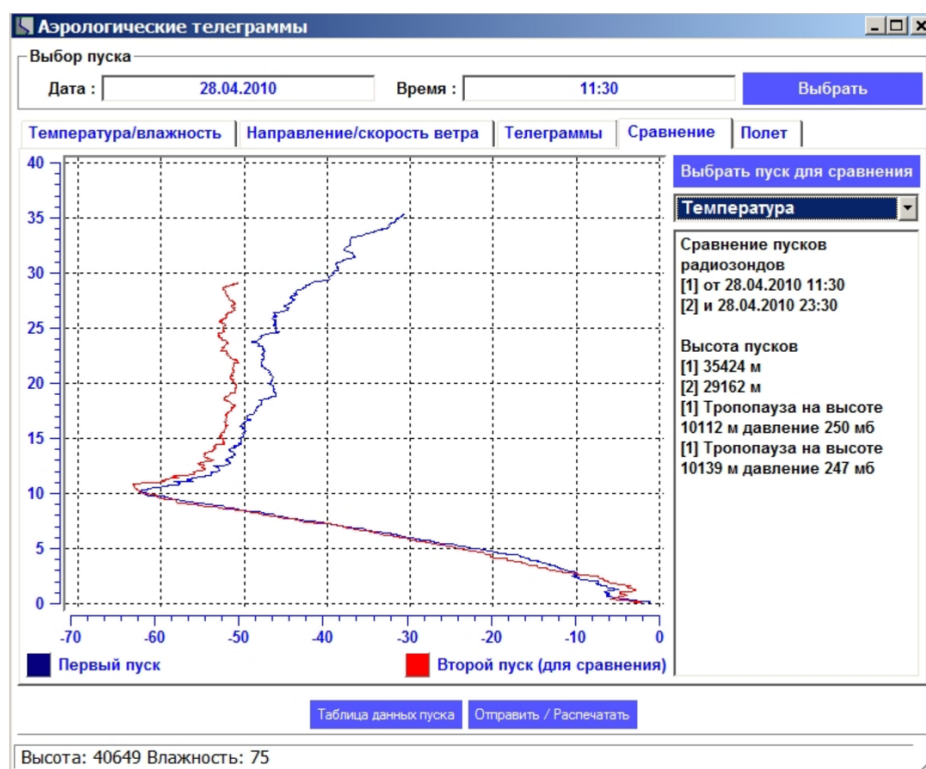


Рисунок 3 – Интерфейс ПО «Телеграмма»

Таким образом, оба приложения визуализируют данные в виде графиков, но отсутствует возможность хранения данных в БД. Это является лишь часть функционала реализуемого веб-приложения. Разрабатываемое ПО в рамках данной работы имеет возможность аутентификации пользователей с последующей авторизацией с целью защиты данных от посторонних лиц. Также присутствует возможность хранения данных за большие периоды времени с целью дальнейшей их обработки и анализа.

Концепция веб-приложения позволит отбросить необходимость в конкретной ОС.

1.4. Цель и задачи

Опираясь на проведенный анализ, можно сформулировать следующую цель: разработать программное обеспечение, позволяющее визуализировать данные телеметрии и проводить их анализ для выявления критических событий, влияющих на функционирование нефтегазовых скважин.

Для достижения поставленной цели должен быть решен следующий комплекс задач:

1. Уточнение стека технологий, который будет использоваться для разработки.
2. Спроектировать и реализовать модуль, обеспечивающий регистрацию и авторизацию пользователей.
3. Реализовать возможность загрузки данных телеметрических датчиков в разрабатываемое ПО из файлов Excel для дальнейшей работы с ними.
4. Реализовать возможность визуализации данных телеметрии (температура, давление и расход топлива) в виде графиков.
5. Реализовать возможность работы с «сырыми» данными:
 - а. Выбор участков за определенный период времени.
 - б. Исключение участков за определенный период времени из графика и анализа.

2. Проектирование информационной системы

Прежде чем приступать к разработке ПО необходимо выполнить работу по проектированию архитектуры, определить функциональные требования к информационной системе, а также произвести проектирование схемы БД.

Для взаимодействия с ПО пользователи делятся на следующие роли: Сотрудник и Администратор, обязанности которых описываются в Таблице 1.

Таблица 1 – Обязанности ролей

Наименование роли	Обязанности
Сотрудник	Загружает данные, работает с графиками.
Администратор	Обеспечивает выполнение административных и технических функций по обслуживанию ПО, управляет пользователями. В том числе может выполнять обязанности роли «Сотрудник».

Разработка веб-приложения позволит осуществлять мониторинг за функционированием скважины. Измененная схема процесса приведена на рисунке 4. С помощью приложения сотрудники смогут определять аномальные показатели, так как данные будут визуализироваться.

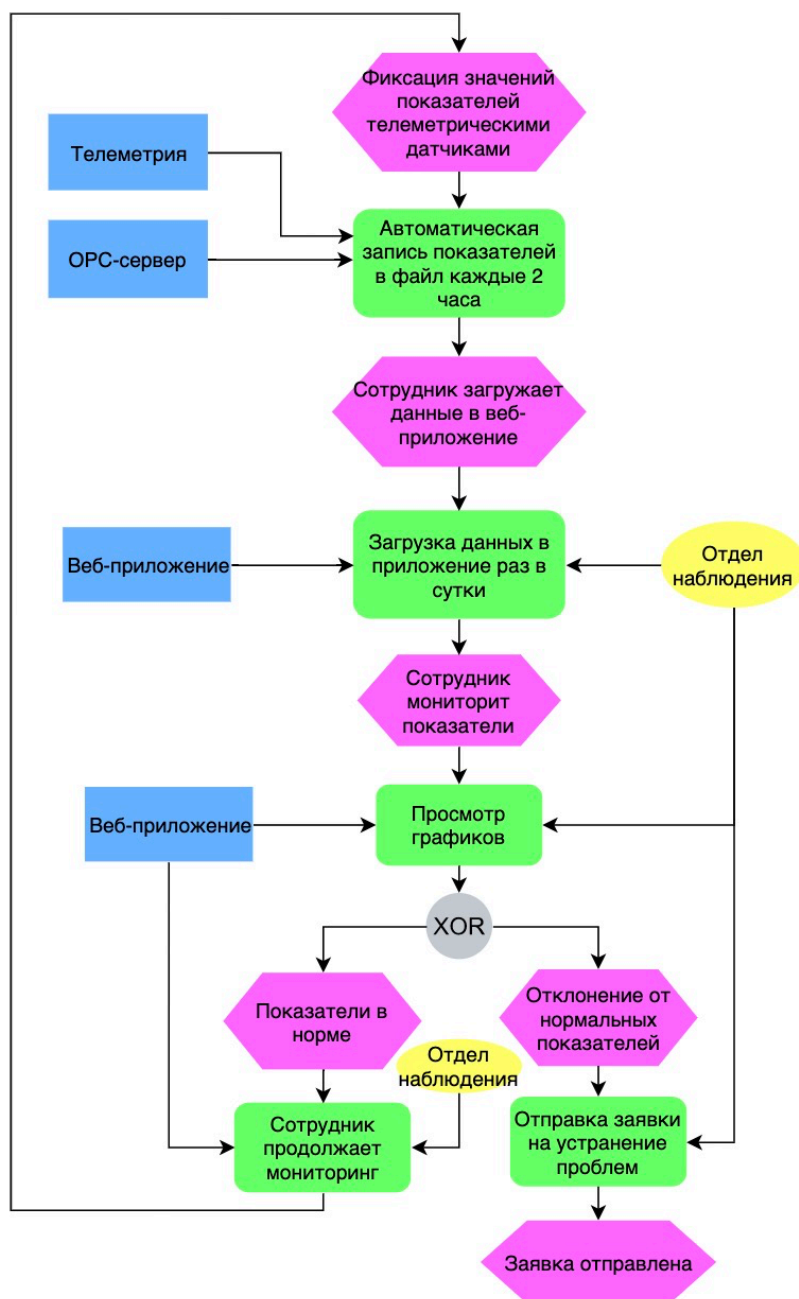


Рисунок 4 – Процесс мониторинга работы скважины

Таким образом, после разработки приложения сотрудники будут иметь возможность загружать данные телеметрии, которые собираются ОПС-сервером в Excel-файл, для выявления нестабильной работы скважины.

2.1. Функциональные требования

В данной системе для пользователей всех ролей должны быть доступны следующие возможности:

1. Авторизация с помощью логина и пароля.

2. Выход из учетной записи.
3. Восстановление пароля по электронной почте.

2.1.1. Функциональные требования к блоку «Панель администратора»

В блоке «Панель администратора» для пользователя с ролью «Администратор» должны предоставляться следующие возможности:

1. Создание пользователя:
 - Заполнение следующей информации:
 - Фамилия;
 - Имя;
 - Отчество.
 - Генерация следующих полей:
 - Логин (на основании ФИО);
 - Пароль.
 - Определение роли пользователя в системе: администратор, сотрудник.
2. Редактирование данных пользователя:
 - Фамилия.
 - Имя.
 - Отчество.
 - Логин.
 - Роль.
 - Электронная почта.
3. Блокировка пользователя.
4. Разблокировка пользователя.
5. Просмотр списка пользователей в табличном виде со следующими атрибутами:
 - ФИО.

- Роль.
- Статус: заблокирован, активен.

2.1.2. Функциональные требования к блоку «Работа с файлами»

В блоке «Работа с файлами» для пользователей с ролью «Сотрудник» должны предоставляться следующие возможности:

1. Импорт данных из файлов Excel.
2. Удаление данных всего месторождения/куста/скважины.

2.1.3. Функциональные требования к блоку «Работа с данными»

В блоке «Работа с «сырыми» данными» для пользователей с ролью «Сотрудник» должны предоставляться следующие возможности:

1. Просмотр графиков, у которых ось абсцисс – дата, оси ординат – показатели телеметрии.
2. Масштабирование графиков путем выделения необходимой области.
3. Выделение участков путем выбора на календаре даты и времени «от» и даты и времени «до» в формате:

[ДД.ММ.ГГГГ ЧЧ:ММ; ДД.ММ.ГГГГ ЧЧ:ММ].

4. Визуальное отображение выделенных участков.
5. Удаление данных из анализа и БД путем выбора на календаре даты и времени «от» и даты и времени «до» в формате:

[ДД.ММ.ГГГГ ЧЧ:ММ; ДД.ММ.ГГГГ ЧЧ:ММ].

2.2. Стек технологий

Для разработки серверной части приложения был уточнен следующий стек технологий (рисунок 5):

1. Python как язык программирования [14].
2. Django как основной фреймворк для разработки [11].
3. Django Rest Framework как инструментальный поверх Django для удобной разработки веб-API приложения [15].
4. PostgreSQL в качестве БД для хранения данных о пользователях [16].
5. MongoDB в качестве БД для хранения данных телеметрии [17].



Рисунок 5 – Стек используемых технологий для серверной части приложения

Язык программирования Python является интерпретируемым, объектно-ориентированным, высокоуровневым языком [14]. Факт того, что Python имеет динамическую типизацию и связывание, делает выбор данного языка более обоснованным для быстрой разработки приложений. Также данный язык программирования имеет большое сообщество программистов, не говоря уже про исчерпывающую документацию, которая доступна в свободном доступе.

Django – это высокоуровневый веб-фреймворк, предназначенный для создания безопасных и поддерживаемых веб-сайтов [11]. Разработанный опытными программистами данный фреймворк заботится о многих нюансах веб-разработки, поэтому с помощью него можно сосредоточиться непосредственно на реализации необходимого функционала. По данному фреймворку также доступно большое количество документации.

Django Rest Framework – фреймворк, с помощью которого крайне удобно создавать веб-API, соответствующее стилю архитектуры REST [15]. Одно из главных достоинств данного фреймворка это то, что он является гибким с точки зрения кастомизации. То есть используя базовые функции данного фреймворка, можно полностью описать поведение того или иного метода.

PostgreSQL – реляционная система управления базами данных, для работы с которой Django предоставляет удобный интерфейс [16]. Для хранения данных о пользователях, их токенах авторизации, сессиях и другой информации

явно целесообразнее использовать реляционную БД, каковой PostgreSQL и является.

MongoDB – NoSQL хранилище данных, крайне удобное для хранения информации, которая не может быть нормально структурирована в рамках реляционных баз данных [17].

Атрибутов, которые нужны для анализа, не так много, но записей для каждой скважины будет десятки тысяч. Реляционные БД хранят информацию про отношения между таблицами, различные ограничения. Нереляционные – напротив, хранят лишь сами данные, именно поэтому для хранения данных с телеметрических систем используется нереляционная БД.

Стек технологий клиентской части веб-приложения (рисунок 6):

1. JavaScript [18].
2. JSX [19].
3. HTML + CSS [20].
4. React [21].
5. Redux [22].



Рисунок 6 – Стек используемых технологий для серверной части приложения

JSX является расширением языка JavaScript [19]. Он напоминает язык шаблонов, обладающий возможностями языка программирования JavaScript.

Таким образом JSX является препроцессором, который добавляет синтаксис XML к JavaScript.

React является JavaScript-библиотекой, предназначенной для разработки пользовательского интерфейса [21]. Страницы, созданные с помощью React-а, состоят из компонентов. Например, на страницах многих интернет-магазинов можно обнаружить обособленные компоненты: боковая панель, заголовочная панель и список компонентов для товаров. Вся страница формируется таким образом, что каждый компонент со своими специфическими свойствами вставляется в нужное место на странице. Для удобной разработки компонентов используется JSX.

В React у каждого компонента есть объекты props и state. Props представляет коллекцию значений, которые ассоциированы с компонентом. Эти значения позволяют создавать динамические компоненты, которые не зависят от жестко закодированных статических данных. Объект state описывает внутреннее состояние компонента, он похож на props за тем исключением, что состояние определяется внутри компонента и доступно только из компонента.

Redux представляет собой контейнер для управления состоянием приложения [22]. Redux не привязан непосредственно к React.js и может также использоваться с другими js-библиотеками и фреймворками.

2.3. Проектирование баз данных разрабатываемого приложения

На рисунке 7 представлена часть схемы БД PostgreSQL, которая используется для хранения информации о пользователях:

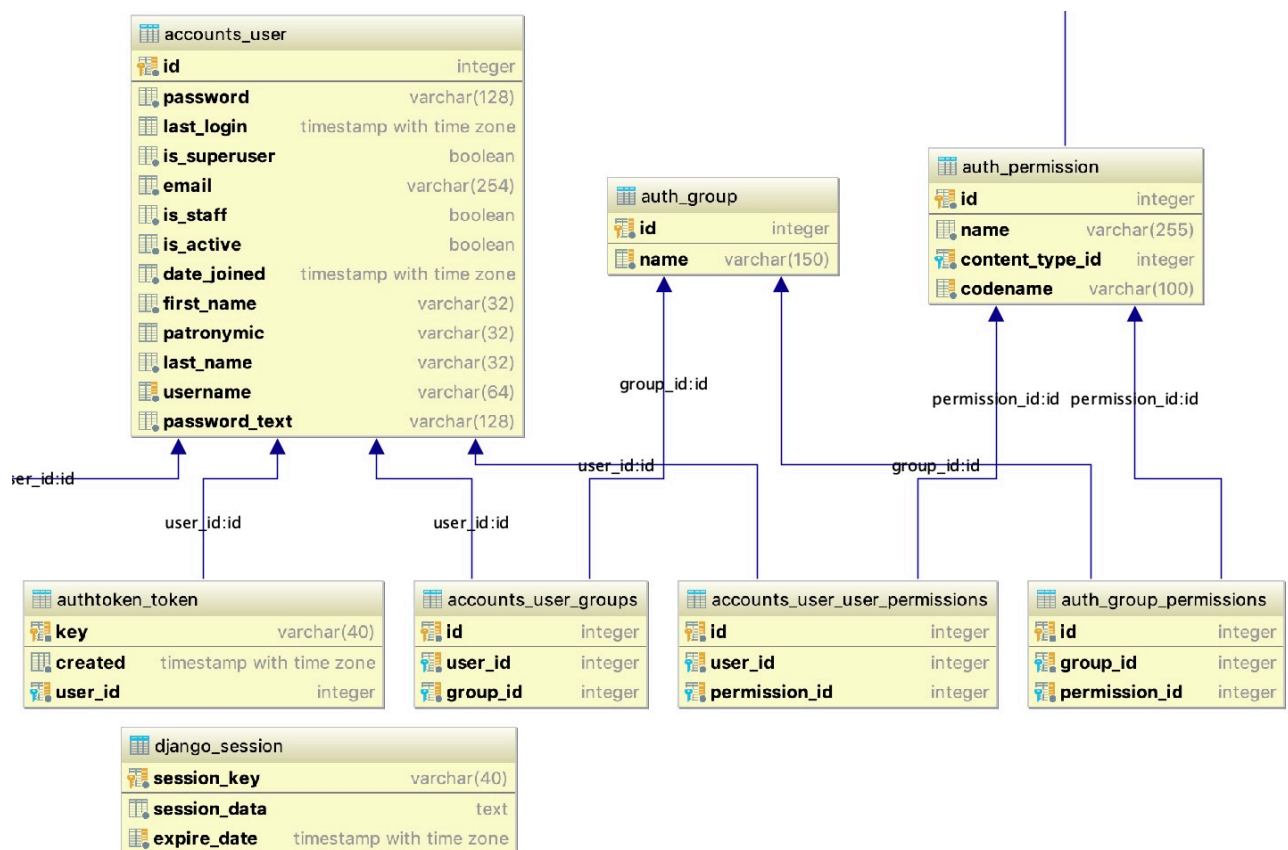


Рисунок 7 – Схема БД PostgreSQL

Таблица `accounts_user` хранит всю основную информацию о пользователях. В `auth_permission` хранятся все права, которые используются в приложении. В `accounts_user_user_permissions` соотносятся пользователи и доступные для них права. Таблица `authtoken_token` хранит сгенерированные токены авторизации с указанием пользователя. В таблице `django_session` хранятся ключи сессий и временная метка, когда соответствующий ключ перестает быть действительным.

На рисунке 8 представлена структура MongoDB, которая используется для хранения данных телеметрии:

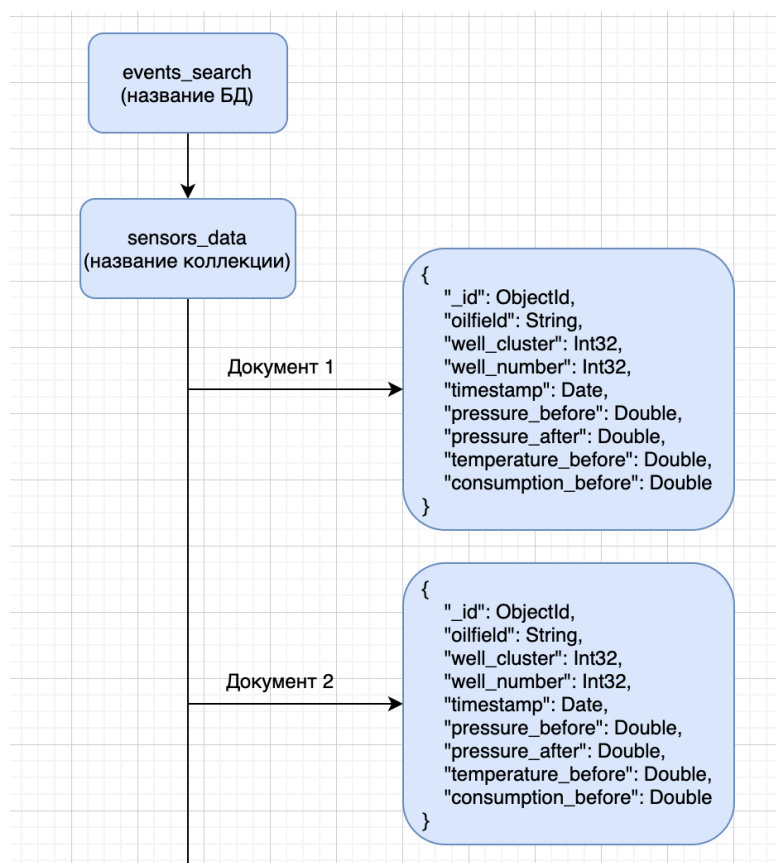


Рисунок 8 – Структура MongoDB

База данных в MongoDB состоит лишь из одной коллекции (`sensors_data`), которая хранит список документов, которые в свою очередь хранят данные телеметрии. Каждый документ содержит в себе название месторождения, номер куста, номер скважины, временную метку, и четыре показателя: давление, температуру и расход топлива до использования устройства регулирования, а также давление после использования устройства регулирования.

3. Реализация информационной системы

Диаграмма классов, которые относятся к работе с данными телеметрических систем, представлена на рисунке 9. Класс `SensorsDataList` является основным классом, который был реализован для отображения данных по определенной скважине. Класс `SensorsData` описывает модель данных в БД. В классах `LoadData` и `DeleteData` были реализованы функции для загрузки и удаления данных соответственно. Класс `DeleteDocs` был реализован для удаления всей скважины полностью. Классы `OilfieldList`, `WellClusterList`, `WellNumberList` были реализованы для получения списков всех месторождений, всех кустов в определенном месторождении и всех скважин, указанных куста и месторождения соответственно.

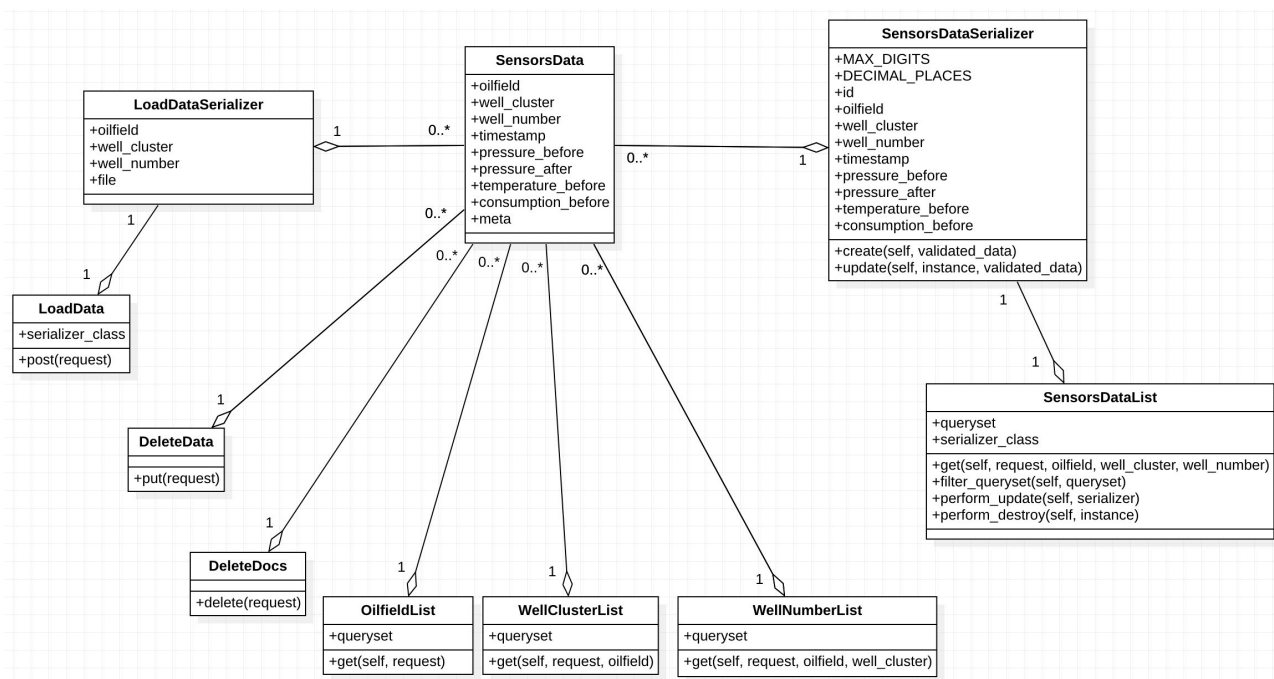


Рисунок 9 – Диаграмма классов для работы с данными телеметрии

Диаграмма классов для работы с пользовательскими данными представлены на рисунке 10. Основным классом является `UsersViewSet`, в котором реализован функционал для создания, чтения, удаления и редактирования информации о пользователях. Класс `LockUnlockUser` реализован для блокировки и разблокировки пользователей. Блокировка и разблокировка пользователя может быть полезна, например, при увольнении сотрудника либо

смены должности. Данный вариант является более предпочтительным по сравнению с удалением профиля.

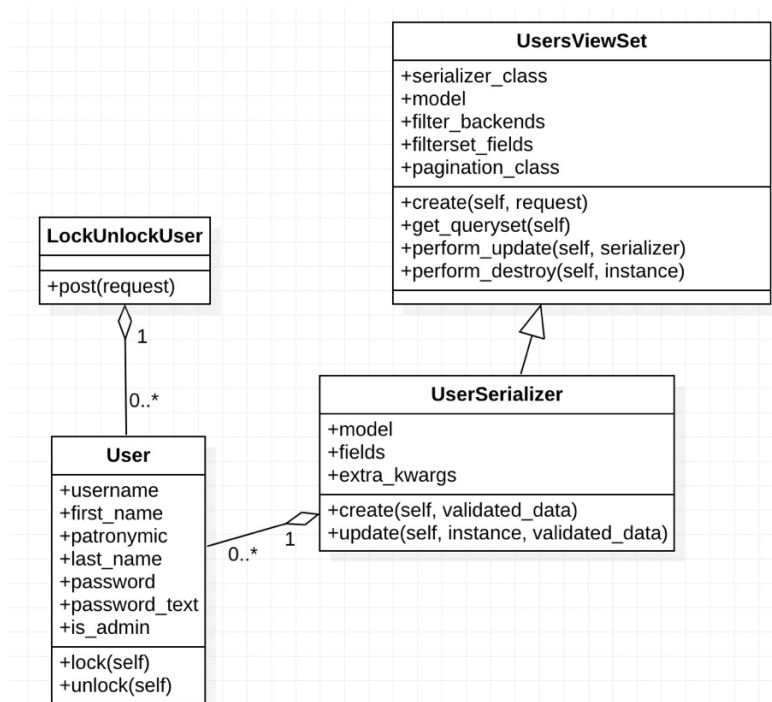


Рисунок 10 – Диаграмма классов для работы с данными пользователей

На рисунке 11 представлена диаграмма архитектуры разрабатываемого приложения, поток информации от модуля к модулю. Модуль Backend Database выделен в отдельный модуль, так как используемые БД могут подниматься на отдельном сервере.

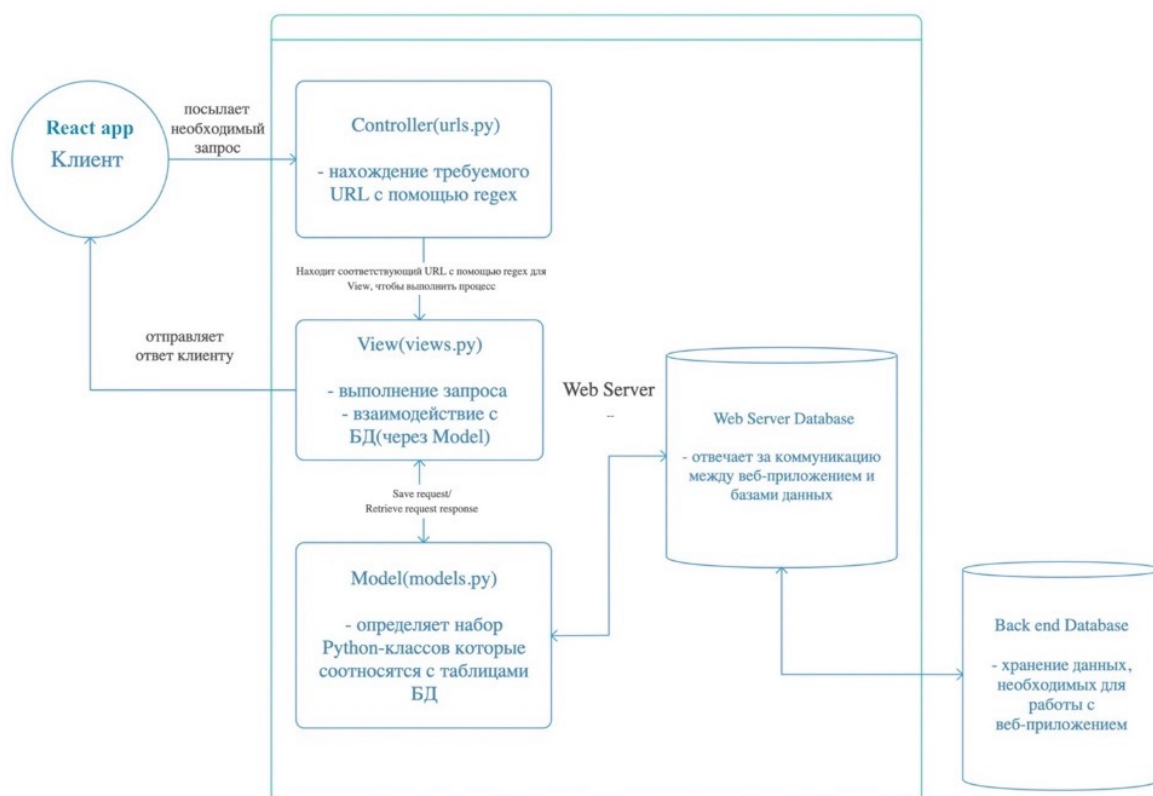


Рисунок 11 – Диаграмма архитектуры веб-приложения

При создании нового Django проекта создается структура проекта которая содержит некоторые файлы. Один из самых важных является скрипт `manage.py`, с помощью которого происходит большая часть управления проектом. Основываясь на лучших практиках использования Django фреймворка, дефолтная структура проекта была несколько изменена и представлена на рисунке 12.

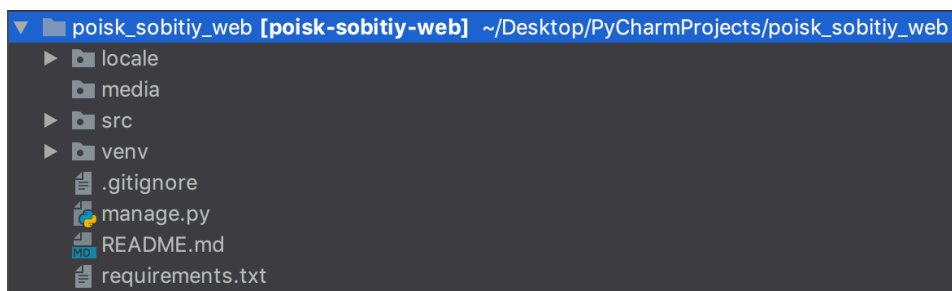


Рисунок 12 – Структура проекта

Директория `poisk_sobitiy_web` содержит весь проект, в папке `locale` находятся файлы для перевода сайта на русский и английский языки, в папке `src` находятся все созданные приложения и настройки проекта, папка `venv` является

директорией виртуального окружения Python. Скрипт manage.py является тем самым скриптом, благодаря которому выполняются команды управления проектом, файл requirements.txt содержит все необходимые модули для работы данного проекта.

Весь проект состоит из небольших приложений, которые выполняют конкретные подзадачи. Например, для работы с аккаунтами используется приложение accounts (рисунок 13), которое имеет свои models, views, urls и т.д.

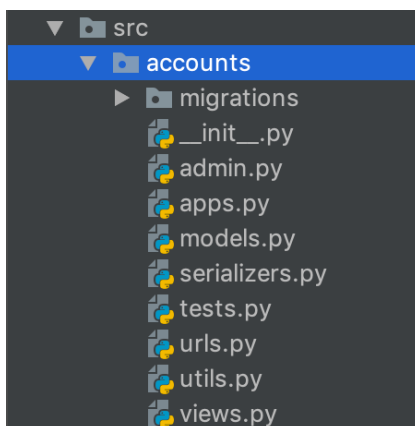


Рисунок 13 – Структура приложения для работы с пользователями

Для начала в скрипте models.py была описана модель пользователя, которая будет храниться в БД (рисунок 14):

```
class User(AbstractUser):
    first_name = models.CharField(
        verbose_name=_('First name'),
        unique=False,
        max_length=32,
        validators=[validators.RegexValidator(r'[A-Za-z]{1,32}')],
        help_text=_('Имя'),
        error_messages={
            'required': _("Please enter your first name"),
        },
    )
    patronymic = models.CharField(
        verbose_name=_('Patronymic'),
        null=True,
        unique=False,
        max_length=32,
        validators=[validators.RegexValidator(r'[A-Za-z]{1,32}')],
        help_text=_('Отчество'),
    )
    last_name = models.CharField(
        verbose_name=_('Last name'),
        unique=False,
        max_length=32,
        validators=[validators.RegexValidator(r'[A-Za-z]{1,32}')],
        help_text=_('Фамилия'),
        error_messages={
            'required': _("Please enter your last name"),
        },
    )
```

Рисунок 14 – Описание полей на примере модели User

Скрипт `serializers.py` содержит сериализаторы данного приложения. Сериализаторы преобразуют информацию, хранящуюся в базе данных и определенную с помощью моделей Django, в формат, который легко и эффективно передается через API.

Скрипт `views.py` определяет функции (чтение, создание, обновление, удаление), которые будут доступны через API (рисунок 15).

Скрипт `urls.py` определяет URL-адреса, которые будут предоставлять доступ к каждому представлению.

Скрипт `utils.py` содержит написанные методы для выполнения определенных задач (рисунок 16).

В директории `migrations` хранятся файлы миграций, примененных к БД.

```
class UsersViewSet(viewsets.ModelViewSet):
    """
    list:
        Returns list of all users with (optional) filtering
        If you need only active users, please use filter with query param is_active=True

    create:
        Create a new user
    """
    serializer_class = serializers.UserSerializer
    model = serializer_class.Meta.model
    filter_backends = (DjangoFilterBackend,)
    filterset_fields = serializer_class.Meta.fields
    pagination_class = views.PageNumberPagination

    def create(self, request, *args, **kwargs):
        serializer = self.get_serializer(data=request.data)
        serializer.is_valid(raise_exception=True)
        self.perform_create(serializer)
        headers = self.get_success_headers(serializer.data)
        return Response(serializer.data, status=status.HTTP_201_CREATED, headers=headers)

    def get_queryset(self):
        return self.model.objects.order_by('-id')

    def perform_update(self, serializer):
```

Рисунок 15 – Класс представления UsersViewSet

```
def generate_username(first_name, patronymic, last_name):
    if patronymic:
        username = last_name.lower() + first_name[0].lower() + patronymic[0].lower()
    else:
        username = last_name.lower() + first_name[0].lower()
    initial_username = username
    counter = 1

    while User.objects.filter(username=username):
        username = initial_username + str(counter)
        counter += 1
    return username

def generate_password(length, allowed_chars='abcdefghijklmnopqrstuvwxyz@#%&* '
                                             'ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ0123456789'):
    return ''.join(SystemRandom().choice(allowed_chars) for i in range(length))
```

Рисунок 16 – Методы в скрипте utils.py

Для реализации разделения ролей у модели пользователя было добавлено свойство `is_admin`, которое определяет, является пользователь администратором или обычным сотрудником.

Похожую структуру имеет приложение для обработки данных `data_processing` (рисунок 17).

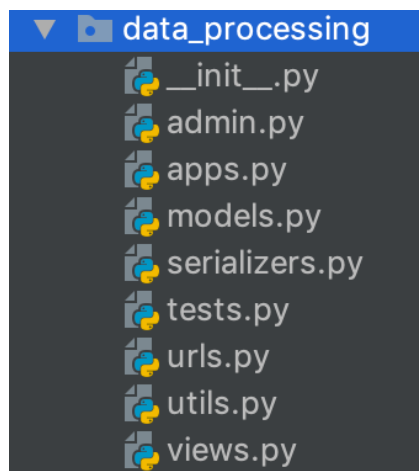


Рисунок 17 – Структура приложения для обработки данных

Так как приложение для обработки данных использует MongoDB, которая является нереляционной БД, то для данного приложения не создаются миграции.

В таблице 2 представлены классы и их методы для работы с телеметрическими данными.

Таблица 2 – Классы для работы с телеметрическими данными.

Класс	Метод	Описание
SensorsDataList	get(...)	Метод, реализующий get-запрос для получения данных из БД
	filter_queryset(...)	Метод для фильтрации полученных данных
LoadData	post(...)	Метод, реализующий post-запрос для загрузки данных в БД
DeleteData	put(...)	Метод для удаления точек данных из БД
DeleteDocs	delete(...)	Метод, реализующий delete-запрос для удаления всех данных по определенной скважине

На рисунке 18 приведена диаграмма последовательности получения токена авторизации для входа в систему.

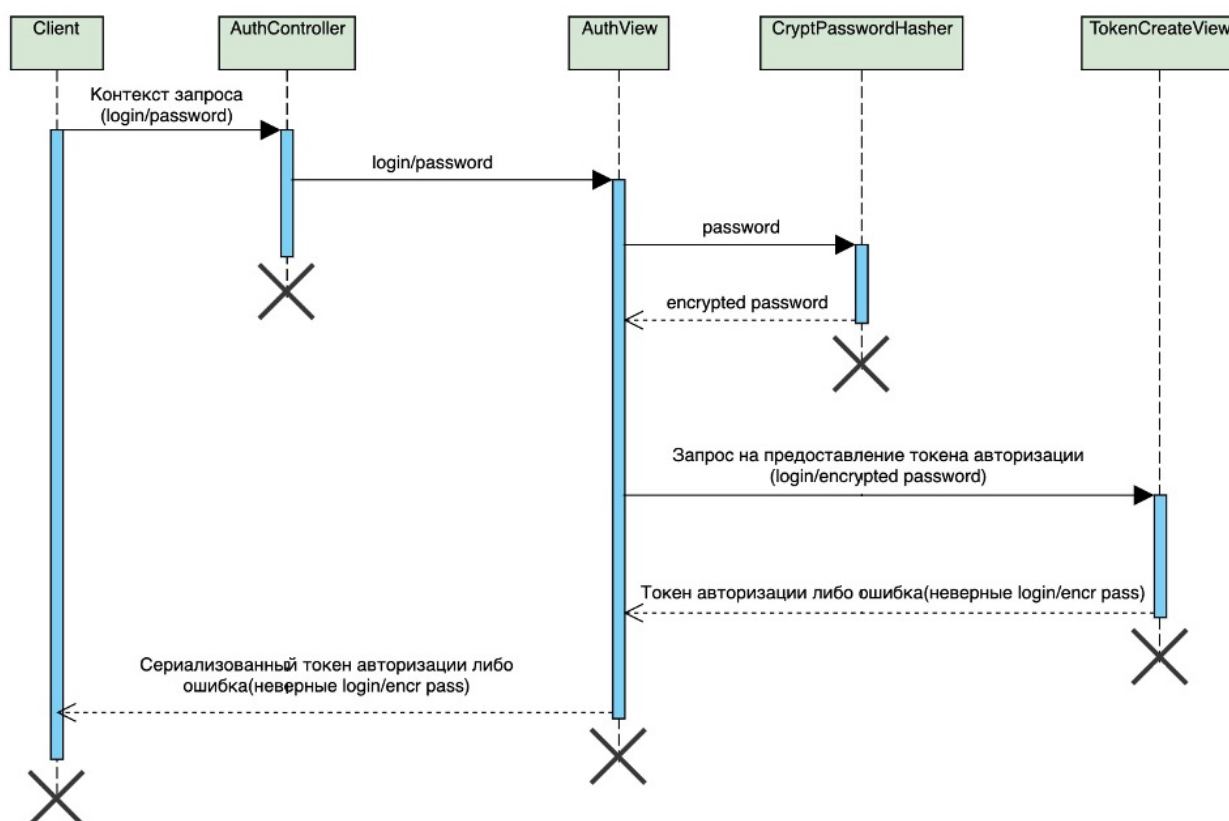


Рисунок 18 – Диаграмма последовательности получения токена авторизации

Сначала от клиента отправляется запрос на вход в систему с предоставленными логином и паролем, далее на сервере с помощью контроллера авторизации находится соответствующее представление (представление авторизации), которое обрабатывает запрос, с помощью модуля CryptPasswordHasher, который Django использует для шифрования паролей, шифруется текстовая строка от пользователя (пароль). Если предоставленные данные верны, то представление для создания токена возвращает токен авторизации. Далее этот токен сериализуется и отправляется клиенту.

На рисунке 19 приведена диаграмма деятельности визуализации данных телеметрии.

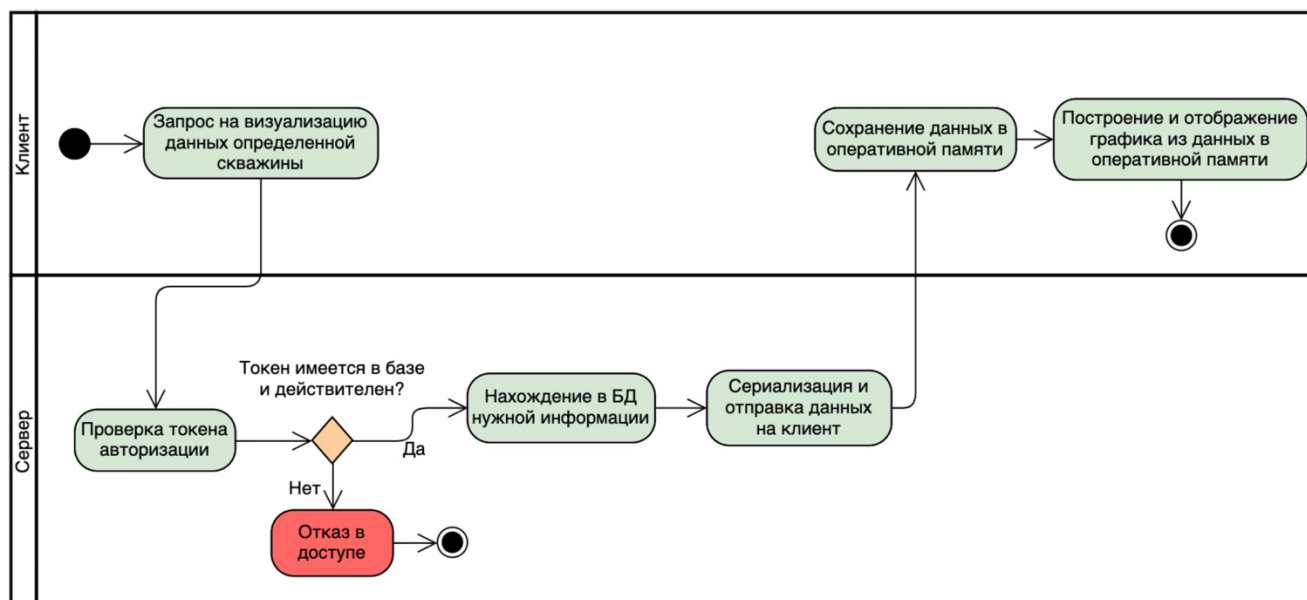


Рисунок 19 – Диаграмма деятельности визуализации данных телеметрии

После отправки от клиента запроса на визуализацию данных на сервере происходит проверка токена авторизации. В случае, если токен авторизации имеется в БД и срок его действия не истек, происходит поиск данных, соответствующих запросу, далее происходит сериализация и отправка данных клиенту. На клиенте данные сохраняются в оперативную память и происходит визуализация графика по полученным данным.

Во вкладке «Пользователи» отображается весь список пользователей с их данными и возможностью заблокировать учетную запись (рисунок 20).

При нажатии на кнопку заблокировать всплывает уведомление об изменении состояния пользователя, и атрибут «Активный» изменяет свое значение на противоположное (рисунок 20).

Поиск событий

СОСТОЯНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ БЫЛО ИЗМЕНЕНО!

Работа с данными Визуализация Пользователи Выйти

Пользователи

Добавить нового пользователя

ID	Логин	Начальный пароль	Полное имя	Электронная почта	Роль	Состояние	
72	testaa2	ts5BlgOT	test admin admin	test@example.com	Администратор	Заблокирован	Разблокировать
68	kimpa	skAAqBwH	Kim Pavel Alexandrovich	pak20@tpu.ru	Сотрудник	Активен	Заблокировать
67	asdfaw	U%zuSh2l	asdf asaaa wer	asdfs@mail.ru	Сотрудник	Заблокирован	Разблокировать
64	kimpa6	yIkz9\$5z	Kim Pavel Alexandrovich	pro@test.com	Администратор	Активен	Заблокировать
35	admin			admin@example.com	Администратор	Активен	Заблокировать

Рисунок 20 – Изменение состояния пользователя

Заблокированные пользователи не имеют возможности авторизоваться в системе.

При нажатии на кнопку добавления нового пользователя появляется форма для ввода данных сотрудника (рисунок 21).

Добавить пользователя

Фамилия

Имя

Отчество

Электронная почта

Администратор? ☐

Отправить

Рисунок 21 – Добавление нового пользователя

При нажатии на кнопку «Выйти» из локального хранилища стирается токен авторизации, тем самым разлогирова пользователя из системы.

На рисунке 22 приведен пользовательский интерфейс загрузки данных телеметрии в приложение.

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying '127.0.0.1:8000/#/load-data'. The page has a header with a search bar labeled 'Поиск событий' and navigation links: 'Работа с файлами', 'Работа с данными', 'Визуализация', 'Пользователи', and a 'Выйти' button. The main content area is titled 'Загрузка данных' and contains several input fields: 'Месторождение' with the value 'test', 'Куст скважины' with 'random_cluster', and 'Номер скважины' with 'random_number'. Below these is an 'Excel файл:' section with a 'Choose File' button and a selected file 'Скважина_2064.xlsx'. At the bottom of the form is a blue button labeled 'Загрузить данные'.

Рисунок 22 – Загрузка данных из файла в приложение

Для отображения данных на графике следует указать нужную скважину. Есть возможность указать начало и конец интервала либо что-то одно из них (рисунок 23).

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying '127.0.0.1:8000/#/telemetry-data'. The page has a header with a search bar labeled 'Поиск событий' and navigation links: 'Работа с файлами', 'Работа с данными', 'Визуализация', 'Пользователи', and a 'Выйти' button. The main content area is titled 'Данные телеметрии' and contains several input fields: 'Месторождение' with the value 'test', 'Куст скважины' with 'random_cluster', and 'Номер скважины' with 'random_number'. Below these are two date/time pickers: 'Начало диапазона' with the value '05/05/2015, 10:00 AM' and 'Конец диапазона' with the placeholder 'mm/dd/yyyy, --:-- --'. At the bottom right of the form is a blue button labeled 'Получить данные'.

Рисунок 23 – Выбор скважины

На рисунке 24 представлен интерфейс визуализации данных на графике. Каждый параметр имеет свой цвет, в левом нижнем углу отображаются данные, на которые наведен курсор мыши.



Рисунок 24 – Визуализация данных на графике

В нижней части расположен компонент удаления точек из графика (рисунок 25). Есть возможность также удалить данные из БД.

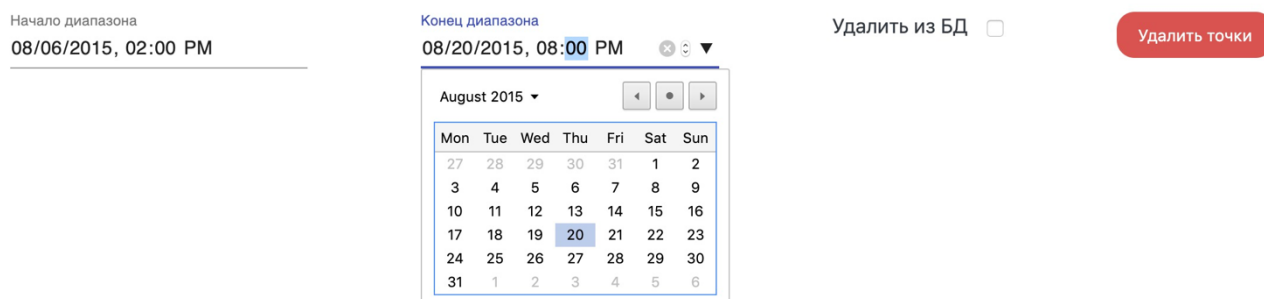


Рисунок 25 – Выбор промежутка для удаления

Для масштабирования следует выделить мышью интересующий участок, график растянется соответствующим образом (рисунок 26).

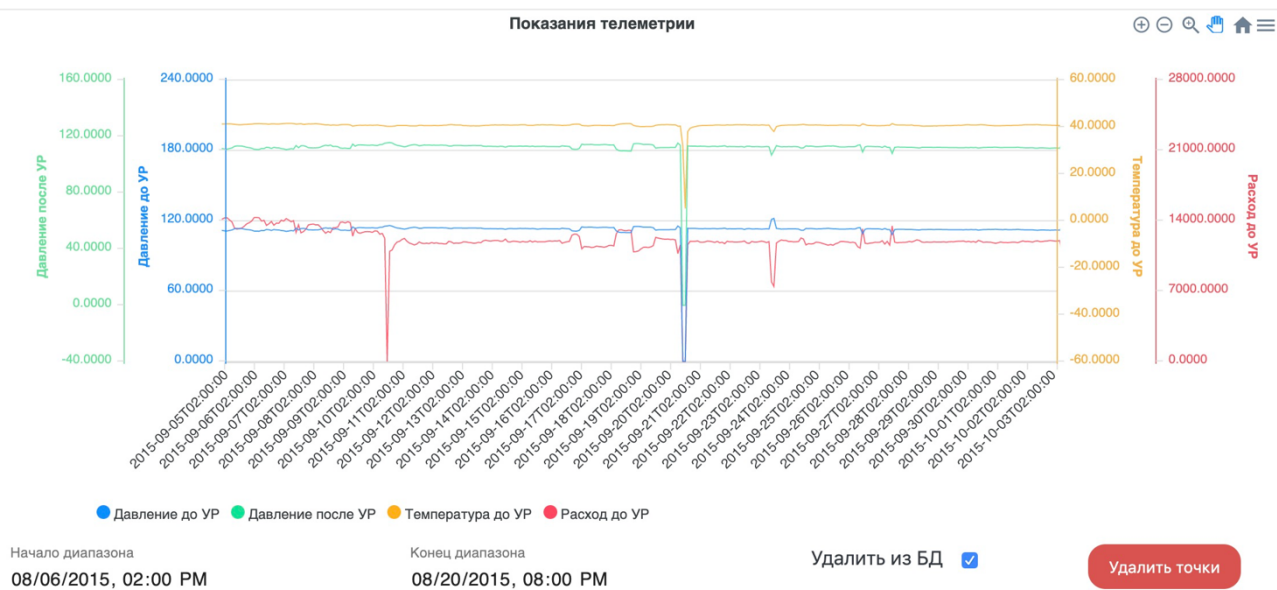


Рисунок 26 – Масштабирование графика

Также есть возможность экспорта графика в трех форматах (рисунок 27).

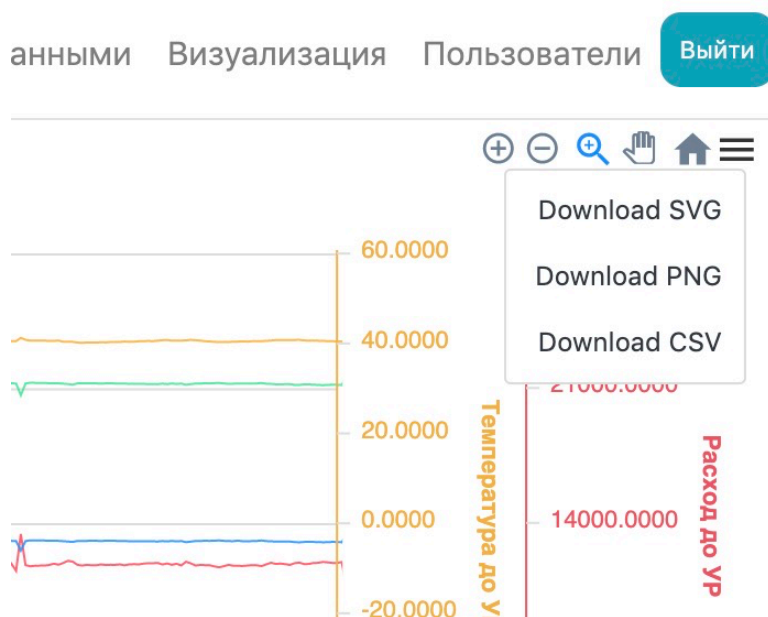


Рисунок 27 – Экспорт графика

Таким образом, сотрудник, занимающийся наблюдением за работой нефтегазовых скважин, должен будет раз в сутки входить в систему и загружать данные, которые были записаны с помощью OPC-сервера в Excel-файл. Далее эти данные просматриваются им на графике. В таком режиме каждый день происходит анализ работы скважины с учетом данных за последние сутки.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Программное обеспечение предназначено для визуализации данных и последующего их анализа с целью выявления критических событий, которые влияют на функционирование системы. Использовать данное ПО планируется на нефте- и газодобывающих скважинах. Основной потребитель продукта – нефте-газодобывающие компании.

4.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Существуют приложения, которые выполняют визуализацию данных с возможностью некоторого анализа [13], но вопрос авторизации для защиты данных, сохранение информации в БД остается открытым. Этим и будет отличаться разрабатываемое ПО.

Сравним решения по различным критериям. Важность каждого из критериев оценивается числом в диапазоне от 1 (незначительный для заказчика) до 5 (высокая важность для заказчика). Критерии для каждого из решений оцениваются набором чисел в диапазоне от 1 до 10, описание граничных оценок приведено в таблице 3.

Таблица 3 – Оценочная шкала факторов конкурентоспособности технических решений

№ п/п	Фактор	Расшифровка наименьшего значения (1)	Расшифровка наибольшего значения (10)
1	Цена	Очень высокая	Приемлемая, низкая
2	Надежность	Не обеспечивает соответствующую защиту данных	Обеспечивает защиту данных от посторонних лиц

3	Функционал	Не удовлетворяет минимальным требованиям	Полностью удовлетворяет предъявляемым требованиям
4	Простота эксплуатации	Крайне неудобно использовать	Удобно использовать, интуитивно понятный интерфейс
5	Масштабируемость	Не подлежит масштабированию	Легко масштабируется

Результаты сравнения приведены в таблице 4, где b_j – оценка важности j -ого фактора, w_j – весовой коэффициент j -ого фактора в общей оценке конкурентоспособности, b_i – оценка конкурентоспособности по i -ому фактору, w_i – оценка конкурентоспособности по i -ому фактору с учетом весового коэффициента фактора w_j .

Таблица 4 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

No п/п	Конкуренты		Факторы конкурентоспособности					Итоговая оценка
			Цена	Надежность	Функционал	Простота эксплуатации	Масштабируемость	
1	АРМView	b_i	6	7	6	7	4	
		w_i	1,14	1,67	1,43	1	0,76	6
2	Телеграмма	b_i	8	5	6	8	5	
		w_i	1,52	1,19	1,43	1,14	0,95	6,23
3	Данный проект	b_i	8	9	9	10	8	
		w_i	1,52	2,14	2,14	1,43	1,52	8,75
	b_j		4	5	5	3	4	21
	w_j		0,190	0,238	0,238	0,143	0,190	

Как видно из таблицы 4, по сумме показателей лидирует решение данного проекта, на втором месте – ПО «Телеграмма», на третьем – ПО «АРМView».

4.1.3. Анализ конкурентных технических решений

SWOT-анализ является комплексным анализом научного исследования. Он позволяет определить сильные и слабые стороны проекта, а также предполагаемые и существующие угрозы и возможности. Результаты SWOT-анализа проекта представлены в таблице 5.

Таблица 5 – SWOT-анализ проекта

		Внутренние факторы	
Внешние факторы		<p><i>Сильные стороны проекта:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Удобства эксплуатации; 2. Ввод данных из файлов Excel; 3. Независимость от ОС; 4. Не требуются ежемесячные обновления на клиентских машинах – все обновления происходят на сервере. 	<p><i>Слабые стороны проекта:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Необходимость веб-браузера и доступа к глобальной сети Интернет; 2. Необходимость наличия постоянно работающего веб-сервера; 3. Обучение сотрудников компании работе с веб-приложением.
	<p><i>Возможности:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Доступ с любого устройства с веб-браузером, имеющего выход в Интернет; 2. Аутентификация сотрудника (логин, пароль); 3. Возможность использования API веб-сервиса другими приложениями. 	<p><i>Направления развития:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышение эффективности работы компании; 2. Интеграция с другими приложениями компании. 	<p><i>Сдерживающие факторы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дополнительное обучение сотрудников; 2. Повышение надежности работы аппаратуры и сети Интернет.
	<p><i>Угрозы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Технические сбои; 2. Временное отсутствие Интернета; 3. Выход аппаратуры из строя; 4. Сопротивление пользователей внедрению новой ИС. 	<p><i>Угрозы развития:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Невозможность обеспечения надежности аппаратуры; 2. Невозможность обеспечения надежности Интернет-соединения. 	<p><i>Уязвимости:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ненадежность аппаратуры; 2. Ненадежность Интернет-соединения; 3. Нежелание сотрудников обучаться.

4.2. Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

В данном разделе разработан список работ, выполняемых в рамках исследования, и назначены исполнители для каждой работы. Всего исполнителей двое: Ким П.А. (студент) и Лунева Е.Е. (научный руководитель). Перечень работ и распределение по ним исполнителей приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень работ и распределение исполнителей

№	Наименование	Исполнители
1	Выбор научного руководителя	Ким П.А.
2	Составление и утверждение темы ВКР	Ким П.А. Лунева Е.Е.
3	Составление календарного плана-графика выполнения бакалаврской работы	Лунева Е.Е.
4	Подбор и изучение литературы по теме бакалаврской работы	Ким П.А. Лунева Е.Е.
5	Анализ предметной области	Ким П.А. Лунева Е.Е.
6	Проектирование веб-приложения	Ким П.А. Лунева Е.Е.
7	Разработка веб-приложения	Ким П.А. Лунева Е.Е.
8	Тестирование веб-приложения	Ким П.А. Лунева Е.Е.
9	Согласование выполненной работы с научным руководителем	Ким П.А. Лунева Е.Е.
10	Выполнение других частей работы (финансовый менеджмент, социальная ответственность)	Ким П.А.
11	Подведение итогов, оформление работы	Ким П.А.

4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Поскольку трудовые затраты являются одной из самых больших статей расходов исследования, важно точно определить трудоемкость всех работ. Для каждой работы определим минимальное и максимальное время ее выполнения

каждым из исполнителей (в соответствии оптимистичной и пессимистичной оценкой) и рассчитаем ожидаемое время выполнения каждой работы по формуле 1:

$$t_{ож_i} = \frac{3t_{min_i} + 2t_{max_i}}{5}, \quad (1)$$

где $t_{ож_i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы в человеко-днях, t_{min_i} – минимально возможная трудоемкость выполнения i -ой работы в человеко-днях, t_{max_i} – максимально возможная трудоемкость выполнения i -ой работы в человеко-днях.

Далее необходимо определить продолжительность каждой работы в рабочих днях:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож_i}}{ч_i}, \quad (2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы в раб. днях, $t_{ож_i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы в человеко-днях, $ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на этом этапе (чел.).

Затем нужно перевести длительность работ в календарные дни. В дальнейшем это понадобится для построения диаграммы Ганта.

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{кал}, \quad (3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -ой работы в календарных днях; T_{pi} – продолжительность выполнения i -ой работы в рабочих днях; $k_{кал}$ – коэффициент календарности.

4.2.3. Разработка графика проведения научного исследования

Коэффициент календарности рассчитывается по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (4)$$

где $k_{кал}$ – коэффициент календарности; $T_{кал}$ – количество календарных дней в году; $T_{вых}$ – количество выходных дней в году; $T_{пр}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитаем коэффициент календарности. Согласно производственному календарю (для 6-дневной рабочей недели) в 2020 году 366 календарных дней, 300 рабочих дней, 66 выходных/праздничных дней.

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 66} = 1,22$$

Таблица 7 – Временные показатели проведения научного исследования

Наименование работы	Исполнители	Трудоемкость, чел-дни			Длительность, дни	
		t_{\min}	t_{\max}	$t_{\text{ож}}$	T_p	T_k
Выбор научного руководителя	Ким П.А.	1	2	1,4	1	2
Составление и утверждение темы ВКР	Ким П.А.	2	3	2,4	2	3
	Лунева Е.Е.	2	3	2,4	2	3
Составление календарного плана-графика выполнения бакалаврской работы	Лунева Е.Е.	1	2	1,4	1	2
Подбор и изучение литературы по теме бакалаврской работы	Ким П.А.	14	18	15,6	16	19
	Лунева Е.Е.	1	2	1,4	1	2
Анализ предметной области	Ким П.А.	5	6	5,4	5	7
	Лунева Е.Е.	1	2	1,4	1	2
Проектирование веб-приложения	Ким П.А.	20	25	22,0	22	27
	Лунева Е.Е.	1	2	1,4	1	2
Разработка веб-приложения	Ким П.А.	20	25	22,0	22	27
	Лунева Е.Е.	1	2	1,4	1	2
Тестирование веб-приложения	Ким П.А.	5	6	5,4	5	7
	Лунева Е.Е.	1	2	1,4	1	2
Согласование выполненной работы с научным руководителем	Ким П.А.	5	6	5,4	5	7
	Лунева Е.Е.	5	6	5,4	5	7
Выполнение других частей работы (финансовый менеджмент, социальная ответственность)	Ким П.А.	12	17	14,0	14	17

Подведение итогов, оформление работы	Ким П.А.	5	8	6,2	6	8
Итого:	Ким П.А.	89	116	99,8	98	124
	Лунева Е.Е.	13	21	16,2	13	22

По данным таблицы 7 в веб-приложении GanttPro была построена диаграмма Ганта (рисунок 28). Данная диаграмма позволяет легко визуализировать сроки по управлению проектами, трансформируя названия задач, даты начала и окончания выполнения, а также длительность в каскадные горизонтальные гистограммы.

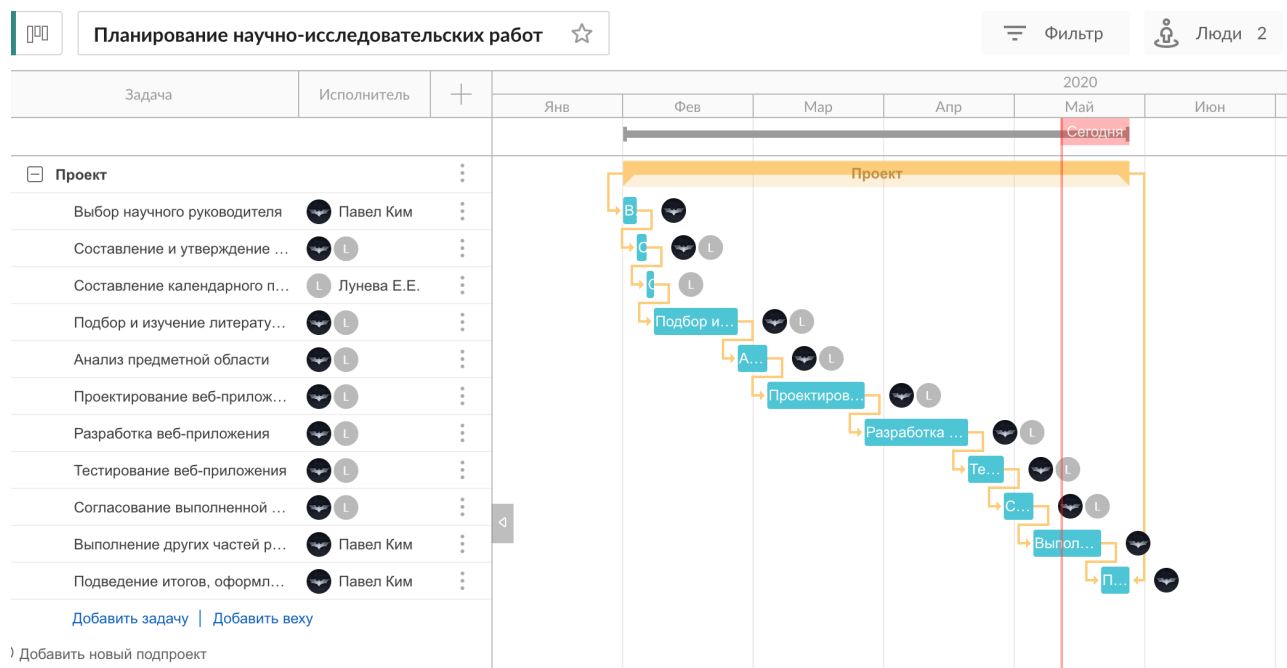


Рисунок 28 – Диаграмма Ганта

4.2.4. Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научного исследования важно учесть все статьи расходов. В ходе реализации IT-проекта могут возникнуть следующие виды затрат:

1. Материальные затраты;
2. Затраты на специальное оборудование для научных работ;
3. Основная заработная плата исполнителей;
4. Дополнительная заработная плата исполнителей;
5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
6. Накладные расходы.

4.2.4.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные расходы в данном исследовании складываются из затрат на канцелярские принадлежности. Данные расходы составляют 1000 рублей.

4.2.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Для данной работы не приобреталось никакого специального оборудования и ПО, все вычисления выполнялись на уже имеющемся устройстве с установленными программными продуктами.

Рассчитаем амортизацию ноутбука. Примерная стоимость ПК 50000 рублей. Согласно постановлению Правительства РФ №1 от 01.01.2002 (ред. от 28.04.2018) «О Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы», персональные компьютеры относятся к группе 330.28.23.23 «Машины офисные прочие», срок полезного использования которых составляет 2-3 года [23].

Возьмем срок полезного использования ПК равным 3 годам и, исходя из этого, рассчитаем амортизацию на него линейным способом.

Согласно приказу Минфина России №26н от 30.03.2001 (ред. от 16.05.2016) «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету "Учет основных средств" ПБУ 6/01», годовая сумма амортизационных отчислений при линейном способе определяется исходя из первоначальной стоимости объекта

основных средств и нормы амортизации, исчисленной исходя из срока полезного использования этого объекта [24].

Норма амортизации рассчитывается по формуле 5:

$$A_n = \frac{1}{n} * 100\%, \quad (5)$$

где A_n – норма амортизации в процентах; n – срок полезного использования в годах.

Подставив срок полезного использования ПК в формулу 5, получим:

$$A_n = \frac{1}{3} * 100\% \approx 33,33\%$$

Годовые амортизационные отчисления вычисляются по формуле 6:

$$A_r = \frac{C * A_n}{100\%}, \quad (6)$$

где A_r – годовые амортизационные отчисления в рублях; C – первоначальная стоимость оборудования в рублях; A_n – норма амортизации в процентах.

В течение отчетного года амортизационные отчисления по объектам основных средств начисляются ежемесячно независимо от применяемого способа начисления в размере 1/12 годовой суммы [25]. Ежемесячные амортизационные отчисления находят по формуле 7:

$$A_m = \frac{A_r}{12}, \quad (7)$$

где A_m – ежемесячные амортизационные отчисления в рублях; A_r – годовые амортизационные отчисления в рублях.

Итоговая сумма амортизационных отчислений определяется по формуле 8:

$$A = A_m * n, \quad (8)$$

где A – итоговая сумма амортизационных отчислений в рублях; A_m – ежемесячные амортизационные отчисления в рублях; n – срок использования ПК для исследования в месяцах.

Срок использования ПК для написания ВКР – 4 месяца.

Подставив известные значения в формулы 6–8, найдем годовые, ежемесячные и итоговые амортизационные отчисления соответственно:

$$A_{\Gamma} = \frac{50000 * 33,33\%}{100\%} = 16665 \text{ руб.}$$

$$A_{\text{м}} = \frac{16665}{12} = 1388,75 \text{ руб.}$$

$$A = 1388,75 * 4 = 5555 \text{ руб.}$$

Исследование выполнялось с использованием программного обеспечения с бесплатной студенческой лицензией, поэтому амортизация на ПО не рассчитывается, а значит, итоговая сумма амортизации основных фондов равна сумме амортизации ПК, то есть 5555 рублей.

4.2.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Для расчета основной заработной платы студента возьмем оклад, равный окладу ассистента без степени, 21760 руб.

Руководителем ВКР является Лунева Елена Евгеньевна, доцент, кандидат технических наук. Таким образом, для расчетов берем ее оклад равным 33664 руб.

Затраты на заработную плату рассчитываются по формуле 9:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (9)$$

где $Z_{\text{зп}}$ – заработная плата исполнителя; $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата исполнителя; $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата исполнителя (12-20% от размера основной заработной платы).

Формула для расчета основной заработной платы:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_{\text{р}} * (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{д}}) * K_{\text{р}}, \quad (10)$$

где $Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата в рублях; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, в рабочих днях; $K_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент; K_d – коэффициент доплат и надбавок (0,2-0,5); K_p – районный коэффициент.

Суммарная продолжительность работ, выполняемых научным руководителем в ходе исследования, равна 13 рабочим дням, а продолжительность работ, выполняемых студентом, – 98 рабочих дня. Примем премиальный коэффициент равным 0,3, коэффициент доплат и надбавок – 0,3. Для Томска районный коэффициент равен 1,3.

Расчет среднедневной заработной платы производится по формуле 11:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m * M}{F_d}, \quad (11)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника в рублях; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 48 рабочих дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала в рабочих днях.

Таблица 8 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Дни
Календарные дни	366
Нерабочие дни (праздники/выходные)	66
Потери рабочего времени (отпуск/невыходы по болезни)	56
Действительный годовой фонд рабочего времени	244

Рассчитаем среднедневную зарплату для студента:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m * M}{F_d} = \frac{21760 * 10,4}{244} \approx 927,5 \text{ руб.}$$

Рассчитаем среднедневную зарплату для руководителя:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} * М}{F_{\text{д}}} = \frac{33664 * 10,4}{244} = 1434,9 \text{ руб.}$$

Используя формулу 10 посчитаем основные заработные платы студента и руководителя.

Таблица 9 – Расчет основных заработных плат

Исполнители	З _{дн} , руб.	К _{пр}	К _д	К _р	Т _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.
Ким П.А.	927,5	0,3	0,3	1,3	98	189061,6
Лунева Е.Е.	1434,9	0,3	0,3	1,3	13	38799,7
Итого:						227861,3

4.2.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата учитывает доплаты за отклонение условий труда от нормальных, а также выплаты, связанные с обеспечением гарантий и компенсаций, рассчитывается по формуле 12:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * З_{\text{осн}}, \quad (12)$$

где З_{доп} – дополнительная заработная плата в рублях; k_{доп} – коэффициент дополнительной заработной платы; З_{осн} – основная заработная плата в рублях.

Примем коэффициент дополнительной заработной платы равным 0,15 и найдем дополнительную заработную плату по формуле 12:

$$З_{\text{доп}} = 0,15 * 227861,3 \approx 34179,2 \text{ руб.}$$

4.2.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда и медицинского страхования от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы 13:

$$З_{внеб} = k_{внеб} * (З_{осн} + З_{доп}), \quad (13)$$

где $З_{внеб}$ – сумма отчислений во внебюджетные фонды в рублях; $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды; $З_{осн}$ – основная заработная плата в рублях; $З_{доп}$ – дополнительная заработная плата в рублях.

По формуле 13 рассчитаем величину отчислений во внебюджетные фонды, приняв коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды равным 0,3:

$$З_{внеб} = 0,3 * (227861,3 + 34179,2) = 78612,15 \text{ руб.}$$

4.2.4.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по формуле 14:

$$З_{накл} = k_{нр} * (З_{мат} + З_{обор} + З_{осн} + З_{доп} + З_{внеб}), \quad (14)$$

где $З_{накл}$ – сумма накладных расходов в рублях; $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы; $З_{мат}$ – материальные затраты в рублях; $З_{обор}$ – затраты на специальное оборудование в рублях; $З_{осн}$ – основная заработная плата в рублях; $З_{доп}$ – дополнительная заработная плата в рублях; $З_{внеб}$ – сумма отчислений во внебюджетные фонды в рублях.

Примем коэффициент, учитывающий накладные расходы, равным 0,16 и рассчитаем сумму накладных расходов по формуле 14:

$$З_{накл} = 0,16 * (1000 + 5555 + 227861,3 + 34179,2 + 78612,15) \approx 55553,2 \text{ руб.}$$

4.2.4.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Выше были рассчитаны отдельные статьи расходов на выполнение ВКР. На основе этих данных можно сформировать бюджет проекта (табл. 10).

Таблица 10 – Расчет бюджета

Наименование	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Материальные затраты	1000	0,2
Затраты на специальное оборудование	5555	1,4
Затраты на основную заработную плату	227861,3	56,6
Затраты на дополнительную заработную плату	34179,2	8,5
Страховые взносы	78612,15	19,5
Накладные расходы	55553,2	13,8
Общий бюджет	402760,85	100

4.3. Определение потенциального эффекта исследования

Исследование направлено на создание программного обеспечения для визуализации данных, получаемых с телеметрических датчиков.

Общая длительность данного исследования составляет около 4 месяцев. Потенциальная стоимость исследования составляет 402760,85 рублей. Уровень конкурентоспособности приложения составил 8,75, что значительно превосходит значения того же показателя у конкурентов.

Разработанная в ходе исследования информационная система поможет выявить факторы, которые предшествуют критическим событиям, что в свою очередь позволит принимать меры по их устранению.

5. Социальная ответственность

Целью выпускной квалификационной работы является разработка программного обеспечения, позволяющего визуализировать данные и проводить их анализ для выявления критических событий, влияющих на функционирование, что поможет поддерживать стабильный режим работы системы.

Областью применения разрабатываемого программного обеспечения является область добывающей промышленности. Например, нефтедобывающая, газодобывающая и другие.

Использование электронно-вычислительных машин влечет за собой целый ряд вредных и опасных факторов на человека, что в свою очередь снижает производительность труда и может привести к ухудшению состояния здоровья.

В данном разделе рассмотрены вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при работе с вычислительной техникой. Кроме того в данном разделе освещены возможные вредные воздействия на окружающую среду, а также меры безопасности при возникновении чрезвычайных ситуаций и правовые вопросы обеспечения безопасности на рабочем месте сотрудника.

5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства

Режим труда и отдыха предусматривает соблюдение определенной длительности непрерывной работы за персональным компьютером (ПК) и перерывов, регламентированных с учетом продолжительности рабочей смены, видов и категории трудовой деятельности.

Вид трудовой деятельности на ПК в рамках данной работы относится к группе В – творческая работа в режиме диалога с ПК, категория трудовой деятельности – III (до 6 часов непосредственной работы на ПК).

В соответствии с государственными стандартами и правовыми нормами обеспечения безопасности предусмотрена рациональная организация труда в течение смены, которая предусматривает:

- продолжительность рабочей смены не более 8 часов;
- установление двух регламентируемых перерывов: 15 минут после 1 часа непрерывной работы, 20 минут после 1,5-2 часов непрерывной работы за ПК;
- обеденный перерыв не менее 40 минут;
- продолжительность непрерывной работы за ПК без регламентированного перерыва не должна превышать 2 часа.

Продолжительность рабочего дня не должна быть меньше указанного времени в договоре, но не больше 40 часов в неделю. Для работников до 16 лет – не более 24 часов в неделю, от 16 до 18 лет и инвалидов I и II группы – не более 35 часов.

5.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и методических указаний по безопасности труда.

Требования к организации рабочих мест пользователей:

- Рабочее место должно быть организовано с учетом эргономических требований согласно ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» и ГОСТ 12.2.061-81 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам». СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
- Конструкция рабочей мебели (рабочий стол, кресло, подставка для ног) должна обеспечивать возможность индивидуальной регулировки

соответственно росту пользователя и создавать удобную позу для работы. Вокруг ПК должно быть обеспечено свободное пространство не менее 60-120см.

Каждый сотрудник должен пройти инструктаж по технике безопасности перед приемом на работу и в дальнейшем, должен быть пройден инструктаж по электробезопасности и охране труда.

5.2. Производственная безопасность

Производственные условия на рабочем месте характеризуются наличием различных вредных и опасных производственных факторов, оказывающих негативное влияние на работников. Производственный фактор считается вредным, если воздействие этого фактора на работника может привести к его заболеванию. Производственный фактор считается опасным, если его воздействие на работника может привести к его травме.

На оператора ПЭВМ в течение рабочего дня воздействует множество различных производственных факторов, каждый из которых влияет на производительность, работоспособность и физическое состояние.

Возможные вредные и опасные факторы, возникающие при работе за ПЭВМ, представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Вредные и опасные факторы, возникающие при работе за ПЭВМ

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этап работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	1. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. СанПиН 2.2.4.548-96. 2. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки СН 2.2.4/2.1.8.562-96.
2. Превышение уровня шума	–	–	–	
3. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	

4. Повышенный уровень электромагнитного излучения	+	+	+	3. Естественное и искусственное освещение. СП 51.13330.2011.
5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	4. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. 5. Электромагнитные поля в производственных условиях. СанПиН 2.2.4.1191-03. 6. Правила устройства электроустановок ПУЭ. 7. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ.

5.2.1. Анализ вредных и опасных факторов

5.2.1.1. Отклонение показателей микроклимата

Микроклимат рабочих помещений – климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также интенсивности теплового излучения от нагретых поверхностей.

Влажность воздуха – содержание в воздухе водяного пара.

Абсолютная влажность W – масса водяного пара в 1 м^3 воздуха.

Максимальная влажность F – масса водяного пара, который может насытить 1 м^3 воздуха при данной температуре.

Относительная влажность R – отношение абсолютной влажности к максимальной.

Указанные параметры оказывают значительное влияние на работоспособность человека, его самочувствие и здоровье.

Оптимальные и допустимые значения показателей микроклимата для работы сотрудников компании, относящейся к категории Iб легкой тяжести работ, представлены в таблицах 12 и 13 соответственно [26].

Таблица 12 – Оптимальные показатели микроклимата

Период года	Категория работ	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Легкая – Iб	21 – 23	40 – 60	0,1
Теплый	Легкая – Iб	22 – 24	40 – 60	0,2

Таблица 13 – Оптимальные показатели микроклимата

Период года	Категория работ	Температура, °С		Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптим. величин	Диапазон выше оптим. величин		Диапазон ниже оптим. величин	Диапазон выше оптим. величин
Холодный	Легкая – Iб	19,0–20,9	23,1–24,0	15–75	≤0,1	≤0,2
Теплый	Легкая – Iб	20,0–21,9	24,1–28,0	15–75	≤0,1	≤0,3

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от стеклянных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

5.2.1.2. Превышение уровня шума

Шум может привести не только к нарушениям слуха (в случае постоянного нахождения при шуме более 85 децибел (dB), но может быть

фактором стресса и повысить кровяное давление. Также шум может способствовать несчастным случаям, маскируя предупреждающие сигналы и мешая сконцентрироваться.

В производственных помещениях, оборудованных ПК, при выполнении основной работы на ПК уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА (акустический децибел).

Допустимые уровни звука на рабочих местах нормируются по ГОСТ 12.1.003-2014 [27]. Значения допустимых уровней шума приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Допустимые уровни шума

Объект	Общий уровень звука, дБ	Уровни звукового давления, дБ, в среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
при воздействии до 4 ч	80	95	87	82	78	75	73	71	69
при воздействии до 8 ч	86	101	93	88	81	79	77	75	—

5.2.1.3. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещение – получение, распределение и использование световой энергии для обеспечения благоприятных условий видения предметов и объектов.

Недостаточная освещенность рабочей зоны – вредный производственный фактор, который регламентируется СП 52.13330.2011.

В рабочем помещении должны присутствовать естественное и искусственное освещение. Коэффициент естественного освещения должен быть не менее 1,2%. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 освещенность на поверхности рабочего стола в зоне размещения документа должна быть 300 – 500 лк, что может достигаться установкой местного освещения, не создающего бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна

превышать 300 лк. Для источников искусственного освещения следует применять люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ). Коэффициент пульсации при работе с компьютером не должен превышать 5%.

5.2.1.4. Повышенный уровень электромагнитного излучения

Электромагнитные поля оказывают специфическое воздействие на ткани человека, при воздействии этих полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной и кровеносной систем. Также эти излучения могут негативно влиять на работу электроприборов.

Коллективная защита людей от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется временем, расстоянием, экранированием источника и защитой рабочего места от излучения.

Для индивидуальной защиты от электромагнитного излучения используются специальные очки, стекла которых покрыты тонким слоем золота или диоксида олова.

5.2.1.5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного для жизни воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества [28].

Опасное и вредное воздействия на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляются в виде травм и профессиональных заболеваний.

Опасность поражения человека электрическим током оценивается величиной тока I (А), проходящего через его тело, или напряжением прикосновения U (В). Степень опасного воздействия на человека электрического

тока зависит от рода и величины напряжения тока, частоты электрического тока, пути тока через тело человека, продолжительности его воздействия на организм человека, а также условий внешней среды.

Электрический ток, протекая через тело человека, производит термическое, механическое и световое воздействие – электролитическое разложение жидкости (в том числе и крови), судорожное сокращение мышц, разрыв тканей и поражение глаз.

Помещение, где расположено рабочее место оператора ПЭВМ, относится к помещениям без повышенной опасности ввиду отсутствия следующих факторов: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы, высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и металлическим корпусам электрооборудования.

Мероприятия по предотвращению возможности поражения электрическим током:

- С целью защиты от поражения электрическим током, возникающим между корпусом приборов и инструментом при пробое сетевого напряжения на корпус, корпуса приборов и инструментов должны быть заземлены.
- При включенном сетевом напряжении работы на задней панели должны быть запрещены.
- Все работы по устранению неисправностей должен производить квалифицированный персонал.
- Необходимо постоянно следить за исправностью электропроводки [29].

Согласно ГОСТ 12.1.038-82 на рабочем месте программиста допускаются уровни напряжений прикосновения и токов, представленные в таблице 15 [30].

Таблица 15 – Предельно допустимые напряжения прикосновения и токи

Род тока	Напряжение прикосновения, В	Ток, мА
Переменный, 50 Гц	Не более 2,0	Не более 0,3
Постоянный	Не более 8,0	Не более 1,0

Перед началом работы следует убедиться в отсутствии торчащих проводов электропитания, в целостности вилки и провода электропитания, в отсутствии видимых повреждений аппаратуры и рабочей мебели.

5.2.2. Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия вредных и опасных факторов на работника

Для снижения уровня воздействия вредных и опасных факторов на работника необходимо грамотно спланировать размещение сотрудников в помещении, обеспечить необходимую шумо- и электроизоляцию, поддерживать оптимальный микроклимат и другие условия труда, ознакомить сотрудников с правилами безопасности, а также снабдить их средствами коллективной и индивидуальной защиты.

5.3. Экологическая безопасность

Вследствие развития научно-технического прогресса постоянно увеличивается возможность воздействия на окружающую среду, создаются предпосылки для возникновения экологических кризисов.

Увеличение количества компьютерных систем, внедряемых в производственную сферу, приводит к увеличению объема потребляемой электроэнергии, что влечет за собой увеличение мощностей электростанций и их количества. И то, и другое содействует нарушению экологической обстановки и, выбросы со станций оказывают существенное влияние на атмосферу.

Основной фактор, оказывающий негативное влияние на гидросферу и литосферу – образование отходов. В помещении образуются следующие виды отходов: бумага (макулатура), отходы от продуктов питания и личной гигиены (упаковка, органические отходы), отходы от канцелярских принадлежностей,

отходы от офисной техники (использованные картриджи, упаковка, неисправные компоненты), лампы. На сегодняшний день одним из самых распространенных источников ртутного загрязнения являются вышедшие из эксплуатации люминесцентные лампы. Каждая такая лампа, кроме стекла и алюминия, содержит около 60 мг ртути.

Утилизация ламп предполагает передачу использованных ламп предприятиям-переработчикам, которые с помощью специального оборудования перерабатывают вредные лампы в безвредное сырье – сорбент, которое в последующем используют в качестве материала для производства.

Хранение и удаление отходов осуществляются в соответствии с требованиями экологической безопасности согласно СанПиН 2.2.7.029-99 наполнения тару с отходами закрывают герметически стальной крышкой, при необходимости заваривают и передают по договору специализированным предприятиям, имеющим лицензию на их утилизацию.

В настоящее время существует ряд способов хранения и переработки твердых бытовых отходов, а именно: предварительная сортировка, санитарная земляная засыпка, сжигание, биотермическое компостирование, низкотемпературный пиролиз, высокотемпературный пиролиз

Наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий является полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам. Это потребует решения целого комплекса сложных технологических, конструкторских и организационных задач, основанных на использовании новейших научно-технических достижений.

5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.4.1. Перечень возможных ЧС

Чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть при разработке и эксплуатации проектируемого решения:

- техногенные (взрывы, пожары, обрушение помещений, аварии на системах жизнеобеспечения);
- природные (наводнения, ураганы, бури, природные пожары);
- биологические (эпидемии, пандемии);
- антропогенные (война, терроризм).

Наиболее характерной для рабочего помещения, снабженного электронно-вычислительными машинами, чрезвычайной ситуацией является пожар.

5.4.2. Меры по предупреждению и ликвидации последствий ЧС

Офисное помещение, согласно СП 12.13130.2009, имеет категорию Д пониженной пожароопасности, так как в помещении обращаются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии [31].

Согласно ФЗ от 22.07.2013 №123, определены следующие превентивные меры по предотвращению пожара [32]:

- Периодическое проведение инструктажей по пожарной безопасности.
- Периодическое проведение учебных тревог.
- Наличие плана-эвакуации для каждого из помещений.
- Наличие огнетушителей или других средств для тушения пожара.
- Наличие в помещении пожарной сигнализации.
- Соблюдение правил пожарной безопасности при установке и эксплуатации различных электроприборов в помещении.

- Периодические проверки пожарной инспекцией согласно графику.

В случае возникновения пожара необходимо [33]:

1. Немедленно сообщить о пожаре в ближайшую пожарную часть, администрации организации.
2. Выключить приточно-вытяжную вентиляцию.

3. Немедленно оповестить персонал о пожаре с помощью установленной системы оповещения.
4. Открыть все эвакуационные выходы из здания.
5. Быстро, без паники и суеты эвакуироваться из здания согласно плану эвакуации, избегая встречных и пересекающих потоков людей.
6. Покидая помещение, отключить все электроприборы, выключить свет, плотно закрыть за собой двери, окна и форточки во избежание распространения огня и дыма в смежные помещения.
7. Администрации организовать встречу работников пожарной охраны и проводить их к месту пожара.
8. До приезда работников пожарной охраны членам добровольной пожарной дружины организовать тушение пожара первичными средствами пожаротушения.

5.5. Выводы по социальной ответственности

Сотрудники являются одним из самых ценных ресурсов для предприятия, поэтому важно заботиться об их физическом и моральном благополучии, обеспечивая им комфортные условия труда. Важно оградить их от постоянного воздействия вредных и опасных факторов и свести к минимуму вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций, а также обеспечить безопасность персонала в случае их возникновения.

Кроме того нужно заботиться о природе, не допускать загрязнения окружающей среды, потому как ее загрязнение может привести к катастрофическим последствиям.

Заключение

В результате данной работы было реализовано веб-приложение, его серверная и клиентская части, для визуализации и первичной обработки показателей телеметрических датчиков.

Серверная часть веб-приложения разрабатывалась согласно архитектуре REST. Разработанное приложение было реализовано таким образом, что пользователь может выполнить авторизацию в системе, администраторы имеют возможность зарегистрировать новых сотрудников (генерация логина и пароля при регистрации новых пользователей происходит автоматически), управлять аккаунтами зарегистрированных сотрудников. Также реализован импорт данных из файлов Excel, чтение, редактирование и удаление данных. Реализована возможность визуализации данных в виде графика, удаление точек из графика/из БД, а также экспорт графиков.

Таким образом, используя разработанное приложение есть возможность проводить описательную аналитику на собранных данных.

Телеметрия позволяет собирать информацию по определенным скважинам, но одной лишь записи в файл этих данных недостаточно. С помощью разработанного веб-приложения появится возможность хранить, обрабатывать, а также визуализировать информацию для проведения аналитики.

В дальнейшем будет выполнена работа по автоматизации загрузки данных телеметрии в систему без участия сотрудников. Также нужно рассмотреть возможность предиктивной аналитики, в частности, использование методов машинного обучения для прогноза сбоев в работе скважин.

Conclusion

As a result of the final qualifying work, a web application was implemented, its server and client parts, for visualization and primary processing of telemetry sensors data.

The server side of the web application was developed according to the REST architecture. The developed application was implemented in such a way that the user can perform authorization in the system, administrators have the opportunity to register new employees (login and password are generated automatically when new users are registered), and manage the accounts of registered employees. Also, data import from Excel files, reading, editing and deleting data were implemented. Data visualization in the form of a graph, delete points from the graph/from the database, as well as export graphs were implemented.

Thus, using the developed application, it is possible to conduct descriptive analytics on the collected data.

Telemetry allows you to collect information on specific wells, but just writing this data to a file is not enough. By using this developed web application, it will be possible to store, process, and visualize information for analytics.

In the future, work will be done to automate the loading of telemetry data into the system without the participation of employees. It is also necessary to consider the possibility of predictive analytics, in particular, the use of machine learning methods to predict failures in the operation of wells.

Список использованных источников

1. Технология беспроводной связи // Файловый архив для студентов. StudFiles URL: <https://studfile.net/preview/8104582/> (дата обращения: 10.03.2020).
2. Гидравлический разрыв пласта // НТЦ – Официальный сайт – Газпром нефть URL: <https://ntc.gazprom-neft.ru/business/production/fracking/> (дата обращения: 10.03.2020).
3. Кустовое бурение // Портал Neftegaz.ru URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/tekhnologii/141806-kustovoe-burenie/> (дата обращения: 12.03.2020).
4. Куст скважин // «Газпром проектирование» URL: <https://proektirovanie.gazprom.ru/about/subsidiaries/47/> (дата обращения: 12.03.2020).
5. Нефтяная скважина // Википедия – свободная энциклопедия URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D1%84%D1%82%D1%8F%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D0%B6%D0%B8%D0%BD%D0%B0 (дата обращения: 12.03.2020).
6. Учебное пособие по нефтегазовому делу // Центр Heriot-Watt URL: https://hwtpu.info/wp-content/uploads/2019/02/petroleum_introduction.pdf (дата обращения: 15.03.2020).
7. Наклонно-направленное бурение // Портал Neftegaz.ru URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/tekhnologii/141796-naklonno-napravlennoe-burenie/> (дата обращения: 15.03.2020).
8. OPC-технология // OPC Server URL: <https://opcserver.ru/services/opc-tekhnologiya/> (дата обращения: 18.03.2020).
9. Прейскурант на продукцию ООО «НТК Интерфейс» // «НТК Интерфейс» URL: https://www.iface.ru/pub/docs/PriceList_2020_v2020

0221_%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%20%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%8B%20%D0%9F%D0%9E%20%D0%9E%D0%98%D0%9A%20%D0%94%D0%B8%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%82%D1%87%D0%B5%D1%80%20%D0%9D%D0%A2%202.%D0%A5%20Windows.pdf
(дата обращения: 20.05.2020).

- 10.Прейскурант на услуги ООО «НТК Интерфейс» // «НТК Интерфейс»
URL: https://www.iface.ru/pub/docs/PriceList_2020_v20200221_%D0%A1%D0%A2%D0%9F%20%D0%B8%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8.pdf (дата обращения: 20.05.2020).
- 11.Django introduction // Веб-документация MDN URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/Server-side/Django/Introduction> (дата обращения: 24.03.2020).
- 12.React // React URL: <https://ru.reactjs.org/> (дата обращения: 20.05.2020).
- 13.Программные средства анализа координатно-телеметрических данных // ntc_r_cao URL: http://cao-ntcr.mipt.ru/monitor/rawdoc/rd_ch2_3.pdf (дата обращения: 18.03.2020).
- 14.What is Python? Executive Summary // The official home of the Python Programming Language URL: <https://www.python.org/doc/essays/blurb/> (дата обращения: 24.03.2020).
- 15.Django Rest Framework – An Introduction // Real Python URL: <https://realpython.com/django-rest-framework-quick-start/> (дата обращения: 24.03.2020).
- 16.PostgreSQL – объектно-реляционная система управления базами данных // Web Creator – разработка сложных сайтов URL: <https://webcreator.ru/articles/postgresql> (дата обращения: 24.03.2020).

17. MongoDB – документо-ориентированная база данных (NoSQL) // Web Creator – разработка сложных сайтов URL: https://web-creator.ru/articles/mongo_db (дата обращения: 24.03.2020).
18. JavaScript // Веб-документация MDN - Mozilla URL: <https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript> (дата обращения: 20.05.2020).
19. Знакомство с JSX // React – JavaScript-библиотека URL: <https://ru.reactjs.org/docs/introducing-jsx.html> (дата обращения: 20.05.2020).
20. HTML & CSS // World Wide Web Consortium (W3C) URL: <https://www.w3.org/standards/webdesign/htmlcss.html> (дата обращения: 20.05.2020).
21. Начало работы с React // React – JavaScript-библиотека URL: <https://ru.reactjs.org/docs/getting-started.html> (дата обращения: 20.05.2020).
22. Getting Started with Redux // Redux - A predictable state container for JavaScript apps URL: <https://redux.js.org/introduction/getting-started#getting-started-with-redux> (дата обращения: 20.05.2020).
23. Постановление Правительства РФ от 01.01.2002 N 1 (ред. от 27.12.2019) «О Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс : [сайт]. – 1992-2019. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?from=297398-98&rnd=C971340B9FD602B3472DB325886A2FEE&req=doc&base=LAW&n=342338&REFDOC=297398&REFBASE=LAW#2ерос2ме98n>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 04.05.2020).
24. Приказ Минфина России от 30.03.2001 N 26н (ред. от 16.05.2016) «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету «Учет основных средств» ПБУ 6/01» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс :

- [сайт]. – 1992-2019. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=199487&fld=134&dst=100011,0&rnd=0.8490276542620836#05901636020901029>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 04.05.2020).
- 25.Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 27.12.2018).
- 26.СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 27.ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
- 28.ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты – М.: Издательство стандартов, 1979. – 10 с.
- 29.СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
- 30.СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.
- 31.СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной безопасности.
- 32.ФЗ от 22.07.2013 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ред. 31.07.2018)
- 33.Инструкция о действиях персонала по эвакуации людей при пожаре [Электронный ресурс] // Пожарная безопасность : [сайт]. – 2019. – Режим доступа: <https://fire-declaration.ru/instrukcii/instrukciya-o-deystviyah-personala-po-evakuacii-lyudey-pri-pozhare.html>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 02.05.2020).